

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S.I. DE MONTES

Departamento de Economía y Gestión Forestal



**ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL USO DEL
SUELO EN LA ZONA DE RESERVA DEL MERENDÓN,
HONDURAS**

PROYECTO DE FIN DE CARRERA

AUTOR:

Roberto Luis Salomón Moreno

DIRECTORA:

Sonia Condés Ruiz

CODIRECTOR:

Santiago Vignote Peña

Madrid, 2009

Título del P.F.C.:

**ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO EN LA ZONA
DE RESERVA DEL MERENDÓN, HONDURAS**

Autor

VºBº del Director

Fdo. Roberto Luis Salomón Moreno

Fdo. Sonia Condés Ruiz

VºBº del Co-Director

Fdo. Santiago Vignote Peña

Noviembre de 2009

**“©UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, AÑO 2009,
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS”**

Título del P.F.C.:

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO EN LA ZONA
DE RESERVA DEL MERENDÓN, HONDURAS

Autor: Roberto Luis Salomón Moreno

Director: Sonia Condés Ruiz

Co-Director: Santiago Vignote Peña

Tribunal:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.

Fdo.

Fdo.

CALIFICACIÓN: _____

Fecha: Madrid,

OBSERVACIONES:

Título del P.F.C.:

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL USO DEL SUELO EN LA ZONA DE RESERVA DEL MERENDÓN, HONDURAS

Autor: Roberto Luis Salomón Moreno

Director: Sonia Condés Ruiz

Co-Director: Santiago Vignote Peña

Departamento: Economía y Gestión Forestal

RESUMEN

El presente proyecto ha sido llevado a cabo en la Zona de Reserva del Merendón (Municipalidad de San Pedro Sula, Honduras). Consiste en un estudio de la evolución de los usos de suelo presentes en la reserva: asentamientos humanos, agricultura tradicional, pastizales, terrenos forestales, matorral y suelos desnudos.

Para la realización del estudio se comparan los mapas de uso de suelo ya existentes de 1992 y 2001 con el mapa de uso de suelo de 2009, elaborado para este fin con la ayuda de tecnologías aplicables a las ciencias forestales como son los sistemas de información geográfica y el análisis de imágenes satelitales.

Se cuantifica la pérdida de superficie forestal en los distintos años, se analizan sus causas y consecuencias en las distintas cuencas hidrográficas incluidas en la Zona de Reserva del Merendón, así como la recuperación de la cubierta arbórea por abandono de parcelas agrícolas y pastizales. Del mismo modo, se cuantifican y analizan las causas y consecuencias de otros cambios producidos en el uso de suelo.

Una consecuencia inmediata de la deforestación es el aumento de las pérdidas de suelo producidas en los periodos de fuertes lluvias, por lo que se realiza un estudio comparativo de éstas pérdidas en relación con los cambios en el uso de suelo acontecidos.

Por último, se proponen una serie de actuaciones selvícolas y de gestión con el doble objetivo de protección medioambiental y mejora de la calidad de vida de los pobladores del Merendón.

Este estudio es una herramienta para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón, debe ser útil y tomado en cuenta por las autoridades administrativas responsables de su gestión.

ABSTRACT

The present study takes place in the Merendón Nature Reserve (San Pedro Sula municipality, Honduras). It involves a research about the evolution of land use in the reserve: urban areas, arable lands, pasturelands, woodlands, scrublands and bare soils.

Land use maps of 1992 and 2001 are compared to Land use map of 2009 that has been designed for this aim. The use of applicable technologies to forestry sciences such as Geographic Information Systems and Remote sensing analysis has been also necessary.

Causes and consequences linked to loss of woodland surface within the last twenty years are quantified and analyzed regarding each hydrographic basin in the reserve. It includes as well a research on woodland recovery due to the abandonment of arable lands and pasturelands. That research also applies to causes and consequences of any other change that has occurred in land use.

An immediate consequence of deforestation is that loss of soil increases during the heavy rain season. According to this hydrological pattern that exists in the reserve, there is a comparative study on loss of soil related to changes of land use.

Finally, some silviculture treatments and management actions are suggested in order to promote not only environmental protection but also an improvement in the standards of living of Merendon's inhabitants.

This study is a tool for wood, water and landscape management in the reserve. Therefore, it should be useful and taken into account by administrative authorities in charge of it.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid en su programa de becas de Proyectos Fin de Carrera como acción de cooperación para el desarrollo, gracias a la UPM por su confianza y a Carlos Ramos por facilitar los trámites.

Muchas gracias a toda la institución de Cáritas San Pedro Sula, contraparte del proyecto, sin ellos sería imposible desarrollar los trabajos que han sido llevados a cabo en la montaña del Merendón, gracias por su apoyo y amistad tanto dentro como fuera de las horas de trabajo.

Gracias la Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Honduras, a todo su personal, profesores, trabajadores y estudiantes, el cual nos ha recibido y tratado de manera excelente. Gracias en especial a los profesores Jorge Gómez y Fredis Romero por su inestimable ayuda, así como al resto de profesores que han ayudado desinteresadamente: Omar Fonseca, Oscar Ferreira, Zoila Ávila y Miguel Velásquez.

Gracias a Aguas de San de Pedro y a la División Municipal de Aguas por su colaboración y por la información proporcionada, gracias a Nelson Caballero por su tiempo e interés.

Gracias a mis directores de proyecto, a Sonia Condés y Santiago Vignote por su paciencia, tiempo y trabajo a pesar de todos los cambios producidos.

Por supuesto, me resulta imposible olvidar los seis meses vividos en la montaña del Merendón; quiero agradecer especialmente a Braulia, Óscar y toda su familia haberme hecho sentir parte de ella, su generosidad sin límites, el demostrar día a día que se puede ser feliz con tan poco. Gracias por vuestra alegría.

Gracias a las familias del Merendón que han colaborado en las entrevistas. A la familia Alvarenga por su amistad y el apoyo ofrecido en el trabajo de campo, a Melva y Johnny por su café caliente en los días de lluvia.

Gracias a Rosa Cañadas, María Jesús Barbero e Iván Martín por tantos buenos momentos compartidos en Honduras.

Por último, agradecer a mi familia y amigos el apoyo y cariño mostrado siempre.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 La devastación forestal en los trópicos	6
1.3 Justificación del estudio como acción de cooperación para el desarrollo... 10	
II. OBJETIVOS	17
III. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1 Descripción de la zona de estudio.....	19
3.1.1 Situación geográfica.....	19
3.1.2 Situación administrativa.....	23
3.1.3 Medio físico	28
3.1.4 Situación y análisis socio-económico	46
3.2 Descripción del trabajo previo realizado.....	65
3.2.1 Recopilación de cartografía, bibliografía y documentos de interés	65
3.2.2 Reuniones con las autoridades administrativas del Merendón	66
3.2.3 Encuentros y entrevistas con las comunidades locales	68
3.3 Elaboración del Mapa de usos del suelo 2009	69
3.3.1 Establecimiento de criterios	70
3.3.2 Imágenes satelitales utilizadas y georreferenciación	81
3.3.3 Trabajo de campo.....	84
3.3.4 Metodología empleada para la elaboración del mapa de usos de suelo.....	86
3.4 Análisis de la evolución del territorio	91
3.4.1 Evolución del mapa de uso de suelo	91
3.4.2 Evolución de las pérdidas de suelo	93

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	100
4.1 Evolución del uso de suelo en la Zona de Reserva del Merendón	100
4.2 Análisis de pérdida y ganancia de superficie forestal.....	105
4.2.1 Zona de Reserva del Merendón	105
4.2.2 Cuenca hidrográfica del río Manchaguala	112
4.2.3 Cuenca hidrográfica del río Frío	114
4.2.4 Cuenca hidrográfica de la Quebrada del Chamelecón	115
4.2.5 Cuenca hidrográfica del río Zapotal – Armenta.....	117
4.2.6 Cuenca hidrográfica del río Santa Ana	118
4.2.7 Cuenca hidrográfica del río Piedras	119
4.2.8 Cuenca hidrográfica del río Naco	120
4.2.9 Cuenca hidrográfica del río Mogote – Chachaguala.....	121
4.2.10 Relación entre pérdida y ganancia forestal y evolución demográfica ...	122
5.3 Análisis de la evolución de los usos de suelo no forestal.....	122
5.3.1 Agricultura	122
5.3.2 Pastizales.....	125
5.3.3 Matorral.....	127
5.3.4 Asentamientos humanos	129
5.3.5 Suelos desnudos	130
5.4 Análisis de la evolución de las pérdidas de suelo	131
V. PROPUESTAS SELVÍCOLAS Y DE GESTIÓN	135
5.1 Propuestas selvícolas en bosque latifoliado	136
5.2 Protección del bosque de coníferas frente al gorgojo	143
5.3 Sistemas agroforestales	146
5.4 Planificación de los usos de suelo	151
BIBLIOGRAFÍA	153

ANEXOS	156
ANEXO I: Mapas climáticos	157
ANEXO II: Listados de fauna	159
ANEXO III: Desarrollo Humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio en Honduras	161
ANEXO IV: Entrevistas realizadas	168
ANEXO V: Imágenes satelitales CEVS 2001	171
ANEXO VI: Georreferenciación	174
ANEXO VII: Estudio de suelos	177
ANEXO VIII: Recuperación de cubierta arbórea en cultivos abandonados.	188
ANEXO IX: Especies maderables de Honduras.....	191
ANEXO X: Mapas	193

Se anexiona al trabajo un CD con las bases de datos creadas en el trabajo de campo, los mapas de usos de suelo, los mapas de cambios en el uso de suelo y los mapas de pérdidas de suelo.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1: Superficie forestal y tasas de variación en distintas áreas del mundo (Fuente: FAO, 2007)	7
Tabla 1.2: Superficie forestal y tasas de variación en Centroamérica (Fuente: FAO, 2007)	10
Tabla 3.1: Series de suelos de la Zona de Reserva del Merendón según la clasificación americana	33
Tabla 3.2: Clasificación de los ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón según Nelson	37
Tabla 3.3: Clasificación de los ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón según Willson y Mayer	38
Tabla 3.4: Tipos climático-estructurales de Ruiz de la Torre y su comparación con las Zonas de Vida de Holdridge	39
Tabla 3.5: Población del área peri-urbana de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro, 2008)	47
Tabla 3.6: Población de la zona rural de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro 2008)	48
Tabla 3.7: Matrículas y centros educativos en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Dirección Departamental de Educación de Cortés, 2008)	51
Tabla 3.8: Deserción escolar en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Dirección Departamental de Educación de Cortés, 2007)	51
Tabla 3.9: Distancia de recorridos indicadores dentro de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro, 2008)	59
Tabla 3.10: Entrevistas realizadas en siete comunidades	68
Tabla 3.11: Niveles evolutivos de las formaciones vegetales en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: DIMA)	80
Tabla 3.12: Información geográfica e información ráster de las imágenes satelitales (Fuente: Google Earth y ArcGIS 9.2)	82
Tabla 3.13: Giras campo realizadas en la toma de puntos de verdad	84
Tabla 3.14: Valores del factor C para pastizales, matorral y arbustos (Wischmeier y Smith, 1979).	97
Tabla 3.15: Niveles de erosión hídrica (Fuente: FAO y PNUMA, 1980)	99
Tabla 4.1: Evolución de los usos de suelo en Zona de Reserva del Merendón	103
Tabla 4.2: Superficie de las cuencas hidrográficas de la Zona de Reserva del Merendón	105
Tabla 4.3: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón	106
Tabla 4.4: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Manchaguala	112

Tabla 4.5: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Frío	114
Tabla 4.6: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Chamelecón.....	116
Tabla 4.7: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Zapotal – Armenta..	117
Tabla 4.8: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Santa Ana	118
Tabla 4.9: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Piedras.....	119
Tabla 4.10: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Naco	120
Tabla 4.11: Ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Mogote - Chachaguala.....	121
Tabla 4.12: Pérdida y ganancia de superficie agrícola en cada cuenca hidrográfica	123
Tabla 4.13: Pérdida y ganancia de superficie agrícola y uso posterior o anterior.....	123
Tabla 4.14: Pérdida y ganancia de pastizales en cada cuenca hidrográfica	125
Tabla 4.15: Pérdida y ganancia de pastizales y uso posterior o anterior.....	126
Tabla 4.16: Pérdida y ganancia de matorral en cada cuenca hidrográfica	127
Tabla 4.17: Pérdida y ganancia de matorral y uso posterior o anterior.....	128
Tabla 4.18: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos en cada cuenca hidrográfica.....	129
Tabla 4.19: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos y uso posterior o anterior	130
Tabla 4.20: Pérdida y ganancia de suelos desnudos y uso posterior o anterior	130
Tabla 4.21: Valores del factor de erosionabilidad K de cada serie de suelo.....	132
Tabla 4.22: Valores del factor de cultivo o vegetación C de cada uso de suelo	132
Tabla 4.23: Pérdida de suelo de cada año en la Zona de Reserva del Merendón.....	133
Tabla 4.24: Evolución del grado de erosión hídrica en la Zona de Reserva del Merendón.....	134
Tabla 5.1: Ordenación de los usos del suelo según el modelo RUSLE	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Situación geográfica de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Google Earth)	21
Figura 3.2: Mapa topográfico con las distintas cuencas hidrográficas de la Zona de Reserva del Merendón.....	22
Figura 3.3: Distribución de altitudes en La Zona de Reserva del Merendón mediante un TIN realizado por el programa informático ArcGIS 9.2	22
Figura 3.4: Mapa de figuras de protección en la Zona de Reserva del Merendón.....	25
Figura 3.5: Protección de cuerpos de agua en la Zona de Reserva del Merendón.....	26
Figura 3.6: Mapa de las series de suelos en la Zona de Reserva del Merendón	32
Figura 3.7: Mapa de pendientes de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: De la Rúa, 2006).....	34
Figura 3.8: Deslizamiento producido durante el huracán Mitch, próximo a la comunidad de Las Cruces	35
Figura 3.9: Mapa de la red hidrográfica de la Zona de Reserva del Merendón	36
Figura 3.10: Erosión en los márgenes del río Manchaguala	37
Figura 3.11: <i>Ceiba pentrand</i>	41
Figura 3.12: <i>Bursera simaruba</i>	41
Figura 3.13: Mapa de ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro).....	43
Figura 3.14: Gráfico de la población rural y periurbana del Merendón.....	49
Figura 3.15: Distribución por edades de la población de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Honduras, 2001).....	49
Figura 3.16: Depósito de una letrina.....	52
Figura 3.17: Contaminación del río en la comunidad La Primavera.....	53
Figura 3.18: Agricultora de Guadalupe de Bañaderos secando los granos de café.....	54
Figura 3.19: Consumo de leña como fuente energética	55
Figura 3.20: Cabezas de vacuno en la cuenca del río Manchaguala	56
Figura 3.21: Producción de tilapia	58
Figura 3.22: Mapa de carreteras y caminos secundarios de la Zona de Reserva del Merendón y alrededores	59
Figura 3.23: Estado de las carreteras en la Zona de Reserva del Merendón.....	60
Figura 3.24: Acceso a la comunidad La Unión en época de lluvias	60
Figura 3.25: Puente de hamaca en la comunidad La Unión.....	61
Figura 3.26: Estado de las tuberías de la red de distribución de agua de Guadalupe de Bañaderos.....	62

Figuras 3.27, 3.28, 3.29 y 3.30: Viviendas en la Zona de Reserva del Merendón.....	64
Figura 3.31: Presentación del Plan de Manejo a los pobladores	67
Figura 3.32: Entrevistas a los habitantes de El Merendón	69
Figura 3.33: Comunidad de la Virtud	71
Figura 3.34: Cultivos en El Gallito	71
Figura 3.35: Café bajo sombra	72
Figura 3.36: Cultivo en terrazas en La Virtud.....	72
Figura 3.37: Pastizales en Las Vegas del río Frío	73
Figura 3.38 y 3.39: Matorral medio y alto próximo a Santa Elena	74
Figura 3.40: Bosque latifoliado en la cuenca del río Frío	75
Figura 3.41: Bosque nublado en el Parque Nacional Cusuco	76
Figura 3.42: Bosque “enano” en la cumbre del cerro Jilínco.....	77
Figura 3.43: Pinar en las proximidades del Parque Nacional Cusuco.....	78
Figura 3.44: Bosque mixto en las proximidades de la comunidad El Remolino	79
Figura 3.45: Ejemplo de georreferenciación de una de las imágenes satelitales.	83
Figura 3.46: Registro de puntos con GPS	85
Figura 3.47: Digitalización en pantalla de una imagen y conversión al formato vectorial	87
Figura 3.48: Ejemplo de clasificación digital supervisada.....	89
Figura 3.49: Representación geográfica del trabajo de campo realizado.....	90
Figura 3.50 Nomograma para el cálculo del factor de erosionabilidad del suelo, a) Cálculo del factor K en primera aproximación, b) Cálculo del factor K en segunda aproximación.....	96
Figura 4.1: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 1992 (Fuente: DIMA)	100
Figura 4.2: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 1992 (Fuente: DIMA)	101
Figura 4.3: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2001 (Fuente: Aguas de San Pedro).....	101
Figura 4.4: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 2001 (Fuente: Aguas de SanPedro).....	102
Figura 4.5: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2009.....	102
Figura 4.6: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 2009	103
Figura 4.7: Evolución de los usos de suelo en Zona de Reserva del Merendón	104
Figura 4.8: Gráfico comparativo de la pérdida y ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón	106

Figura 4.9: Representación gráfica de pérdida de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón	107
Figura 4.10: Representación gráfica de ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón	107
Figura 4.11: Uso de suelo posterior de las áreas deforestadas	109
Figura 4.12: Deforestación por agricultura itinerante	109
Figura 4.13: Quema agrícola.....	110
Figura 4.14: Uso de suelo anterior del área forestal recuperada	111
Figura 4.15: Pérdida y ganancia de superficie forestal en cada cuenca hidrográfica.....	111
Figura 4.16: Extensiones de pastizales en la cuenca del río Manchaguala	113
Figura 4.17: Cultivos y comunidades en la cuenca del río Frío.....	115
Figura 4.18: Bosque latifoliado en la cuenca del río Piedras	120
Figura 4.19: Pérdida y ganancia de superficie agrícola en cada cuenca hidrográfica.....	123
Figura 4.20: Pérdida y ganancia de pastizales en cada cuenca hidrográfica.....	125
Figura 4.21: Pérdida y ganancia de matorral en cada cuenca hidrográfica.....	128
Figura 4.22: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos en cada cuenca hidrográfica	129
Figura 4.23: Pérdida de suelo en los márgenes del río Manchaguala	131
Figura 4.24: Mapa de pérdidas de suelo de 2009 mediante RUSLE.....	133
Figura 5.1: Plantaciones de caoba hondureña (<i>Swietenia macrophylla</i>) en las proximidades de San Pedro Sula	142
Figura 5.2: Plantaciones de teca (<i>Tectona grandis</i>) en las proximidades de San Pedro Sula ..	142
Figura 5.3: Pinar talado como consecuencia de la plaga del gorgojo descortezador en la cuenca del río Manchaguala.....	143
Figura 5.4: Sistema silvopastoral en la cuenca del río Manchaguala.....	149
Figura 5.5: Parcela agroforestal en Guadalupe de Bañaderos.....	150

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en un estudio de la evolución en el uso de suelo en la Zona de Reserva del Merendón, zona productora de agua superficial y de subsuelo de la municipalidad de San Pedro Sula, situada en el departamento de Cortés, Honduras.

El Municipio de San Pedro Sula se encuentra en el valle de Sula dentro del departamento de Cortés, al noreste del país. Cuenta con una población superior al medio millón de habitantes censados, aunque se estima que la población real supera el millón. La región cuenta con un importante desarrollo económico, principalmente por el desarrollo del sector industrial.

La Zona de Reserva del Merendón se creó con el Decreto 46/90 (Ley de protección del Merendón) para garantizar a San Pedro Sula y otras comunidades del valle de Sula el abastecimiento de agua potable. Dicho decreto otorga a la municipalidad de San Pedro Sula control total sobre la gestión de la reserva a través de la División Municipal de Aguas (DIMA) con la colaboración del Instituto de Conservación Forestal (ICF), anteriormente conocido como Administración Forestal del Estado - Corporación Hondureña para el Desarrollo Forestal (AFE - COHDEFOR).

La Zona de Reserva abarca una superficie de 39.953 hectáreas y dentro de ella se enmarca una zona productora de agua de 9.408 hectáreas.

En la montaña del Merendón viven alrededor de 36.000 personas distribuidas en 64 comunidades con unas características socioeconómicas en las que más del 50% de la población está calificada como muy pobre y casi el 25% como pobre. Su economía está basada en una creciente ganadería y agricultura, principalmente de café, frijoles y maíz, desarrollada en fuertes pendientes y sin una tecnología que impida la erosión de los suelos y los deslizamientos de laderas en masa. El sistema agrícola de uso generalizado es el conocido sistema de roza y quema. Se practica una agricultura migratoria o de subsistencia. Este método es muy dañino para la conservación de suelos, ya que si bien proporciona altas productividades durante uno o dos años gracias a la fertilidad que aportan las cenizas, a medio plazo la parcela pierde productividad por infertilidad del suelo, por lo que el agricultor se desplaza a otra parcela donde comienza un nuevo ciclo. Hay una consecuente pérdida de superficie forestal, aumentando así las pérdidas de suelo debido a la desnudez de los suelos durante la época de mayores precipitaciones.

Para la realización de este estudio, se comparan los mapas de uso de suelo existentes de 1992 y 2001, realizados por DIMA en colaboración con distintas instituciones, con el mapa de uso de suelo de 2009 elaborado para la realización de este estudio mediante el empleo de tecnologías aplicables a las ciencias forestales, como son los sistemas de información geográfica y la teledetección.

La teledetección espacial proporciona una serie de ventajas que ha facilitado la elaboración del mapa de usos de suelo de 2009 de la reserva y su análisis comparativo con los anteriores.

Con este estudio se cuantifica la pérdida de superficie forestal, se analizan sus causas y consecuencias en las distintas cuencas hidrográficas presentes en la reserva, así como la recuperación de la cubierta arbórea causada por el abandono de las parcelas agrícolas y pastizales. También se cuantifican y analizan el resto de cambios en el uso de suelo producidos en la reserva.

Una consecuencia inmediata de los cambios en el uso del suelo, especialmente la pérdida de masas arbóreas, es el aumento de las pérdidas de suelo por erosión. Para estimar estas pérdidas de suelo, se realiza el cálculo de caudales sólidos mediante el método Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Partiendo de la hipótesis de que todas las variables de la ecuación empleada para su cálculo excepto el factor de cultivo o vegetación permanecen constantes en el intervalo de tiempo estudiado, se analiza la relación entre la erosión superficial y los cambios en el uso de suelo producidos durante los años 1992, 2001 y 2009.

Por lo tanto, este estudio es una herramienta para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón que debe ser utilizada y tomada en cuenta por las autoridades administrativas responsables de su gestión. Proporciona una importante información para valorar la gestión y la efectividad de las actuaciones llevadas a cabo con anterioridad en la reserva, tanto para frenar la creciente deforestación de las masas arbóreas del Merendón como para lograr los objetivos fijados en el decreto 46/90.

Por último, se recomiendan una serie de propuestas selvícolas y de gestión con el doble objetivo de protección medioambiental y mejora de los recursos económicos de los pobladores basados en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

1.1 Antecedentes

La relación administrativa entre la Municipalidad de San Pedro Sula y la montaña del Merendón comienza en 1917 cuando se compran 5.554 hectáreas de tierra a título de protección y destinadas a la producción de agua.

En 1976, la municipalidad crea una unidad ejecutora especializada en el abastecimiento y producción de agua. En el mismo año la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la AFE-COHDEFOR, implementan el primer proyecto sistemático de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Entre 1977 y 1978, la municipalidad de San Pedro Sula reubica 240 familias con el objetivo de mantener en buenas condiciones la cuenca hidrográfica del río Santa Ana, el cual abastece a la ciudad de San Pedro Sula.

En 1984 se crea DIMA, que va a ser responsable de la gestión de las cuencas productoras de agua potable de la municipalidad de San Pedro Sula.

Con la aprobación del decreto 46/90, se definen las zonas de protección y manejo de la Zona de Reserva del Merendón. A su vez se establecen regulaciones, prohibiciones y actuaciones que deben llevar a cabo las instituciones que trabajan en la reserva. Una de las finalidades de esta ley es asegurar la producción de agua potable en las poblaciones cercanas del valle de Sula. Por otro lado, 20.730 hectáreas propiedad del gobierno nacional pasan a ser dominio de la municipalidad de San Pedro Sula.

En 1993, por medio de diversos estudios (elaboración del mapa de usos de suelo y vegetación, elaboración del mapa de suelos, estudio hidrológico), se caracterizan las áreas contempladas en el decreto 46/90; de este modo se crea una base geográfica que sustenta los planes de ordenación y manejo.

En 1994 se aprueba el reglamento del decreto 46/90. A su vez, DIMA conforma un cuerpo técnico para la gestión integral en el manejo de las cuencas hidrográficas. Entre los años 1984 y 2001, DIMA se encarga de gestionar los recursos de agua potable en el Merendón. Los ingresos por el servicio público prestado son recaudados directamente por ella y no pueden ser transferidos a ningún otro organismo, ya que deben invertirse obligatoriamente en el mantenimiento del servicio público.

En ese periodo de tiempo, DIMA realiza varios estudios de la zona y se elaboran planes específicos operativos anuales contra incendios forestales, planes de reforestación en áreas compradas por la municipalidad, etc., aunque nunca se llega a redactar un plan de manejo a pesar de que el reglamento del decreto 46/90 así lo determina.

Durante este periodo la política ambiental de la municipalidad toma un carácter represivo contra la población del Merendón. Se promueve la reubicación de gran cantidad de comunidades mediante presiones y abandono institucional de escuelas, centros de salud e infraestructuras, persiguiendo cualquier acto ilegal, como la tala de árboles, quema de bosques o fumigación con herbicidas, sin proponer alternativas económicas de convivencia entre el medio y los pobladores. Esta situación ha producido un alejamiento y desconfianza mutua entre la municipalidad y las comunidades del Merendón, un ambiente muy difícil para el diálogo entre ambas partes. En definitiva, DIMA ha tratado de hacer cumplir el Decreto 46/90 sin dar importancia a los artículos que protegen y benefician a las comunidades, de forma que éstas no han obtenido beneficio alguno de la conservación ambiental del Merendón y no han colaborado de ninguna manera, ya que únicamente les ha causado problemas. Por lo tanto, durante este periodo no se ha conseguido alcanzar los objetivos de conservación de la reserva que propone el decreto ni han sido mejoradas las condiciones de vida de sus habitantes.

A finales de la década de los noventa, la municipalidad de San Pedro Sula inicia un proceso de privatización del servicio de suministro de agua. Se traspasan las responsabilidades de inversión, operación, mantenimiento y gestión comercial de los servicios de agua y alcantarillado a un ente privado. Dicho proceso finaliza en octubre del año 2001, cuando se otorga la concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario con una duración de 30 años a la empresa Aguas de San Pedro, sociedad anónima con capital de origen italiano.

Aguas de San Pedro distribuye actualmente agua a la región con un 40% de aguas superficiales y un 60% de aguas subterráneas provenientes de la Zona de Reserva del Merendón. A cambio de esta concesión, Aguas de San Pedro paga un canon a la municipalidad con un componente fijo y otro variable en función de la facturación total de los servicios concesionados.

A consecuencia de este proceso, DIMA pierde sus responsabilidades de aprovechamiento y suministro de agua potable y pasa a ser una organización con menos personal y menos recursos que vela para que la normativa vigente se cumpla y sigue siendo responsable de las cuencas hidrográficas del municipio. Otra consecuencia es la pérdida de gran parte de los recursos financieros y la reducida capacidad de actuación en la zona por parte de DIMA.

En los últimos años, DIMA ha desarrollado proyectos para mejorar técnicas agrícolas, sistemas para reducir los problemas de erosión en cultivos de ladera e implementación de biodigestores para reducir la tala con fines energéticos. Aunque debemos señalar que estas actuaciones se han llevado a cabo en muy pocas comunidades y con muy poca intensidad para solucionar los problemas existentes.

En la Zona de Reserva del Merendón existen otras organizaciones que trabajan o han trabajado en diversas labores. La ahora inactiva Fundación Ecologista Héctor Rodrigo Pastor Fasquelle (HRPF) centró su actividad en el Parque Nacional del Cusuco. Elaboró un Plan de Manejo del parque en colaboración con COHDEFOR y durante años estuvo al cargo de la gestión del mismo.

Respecto a los aspectos agropecuarios, principalmente los relacionados con la producción de café, la Fundación Hondureña del Banco de Café (FUNHBANCAFE), trabaja en créditos, capacitaciones y mejoras de las producciones de café. Facilita la salida y venta de las producciones ofertando mejores condiciones al poder evitar a los intermediarios en el proceso.

Cáritas Sampedrana trabaja con veinte comunidades a su cargo dentro de la reserva, lleva a cabo programas de salud, infraestructura, educación, capacitaciones agrícolas y pecuarias, reducción de riesgos de desastres naturales, etc.

Cáritas Sampedrana ha firmado un convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid en 2006, que a fecha actual ha permitido desarrollar los siguientes Proyectos Fin de Carrera:

Planificación y Programa de actuaciones en la Reserva del Merendón (Honduras), realizado por el ingeniero D. Luis de la Rúa Rodríguez en 2006.

Actualmente, el plan de manejo que determina el decreto 46/90 como herramienta obligatoria para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón, ha sido redactado por Aguas de San Pedro, ha sido presentado al Instituto de Conservación Forestal, y se encuentra en trámites de aprobación por parte de dicha institución.

En la planificación y programa de actuaciones planteada por el Ingeniero D. Luis de la Rúa, se elabora un denominado mapa de conflictos en el que se identifican, de acuerdo con una gestión forestal sostenible, zonas con usos actuales distintos de los usos vocacionales del suelo establecidos según sus características topográficas, de accesibilidad y siempre respetando sus restricciones legales. Este proyecto no pudo ser aprobado por las autoridades administrativas, pero ha servido de apoyo para la redacción del plan de manejo en trámites de aprobación.

Estudio económico de la alternativa de cultivo con Jatropha curcas L. en la Reserva del Merendón, Honduras, realizado por la ingeniera D^a Irene Iglesias Bayo en 2007.

En este proyecto, se analiza el posible establecimiento de una alternativa de cultivo para los agricultores de la zona de Reserva que permita a los destinatarios del proyecto la elección de sistemas de explotación del suelo más rentables y con proyección futura, que complementen en cierta medida a la agricultura de subsistencia que practican en sus terrenos.

Ordenación Agrohidrológica de la cabecera del río Frío en la Zona de Reserva del Merendón, San Pedro Sula, Honduras, realizado por el ingeniero Miguel De Blas Moncalvillo en 2008.

El objetivo general que se persigue con esta ordenación agrohidrológica es el de conservar, restaurar y gestionar los recursos hídricos de la cuenca alta y media del río Frío, garantizando el beneficio continuo de tipo social y ambiental de las futuras generaciones.

Mejora de la tecnología de cultivo en pendiente mediante el establecimiento de parcelas de ensayo agroforestal en la montaña del Merendón, Honduras, realizado y ejecutado por la ingeniera Cristina Sánchez Pérez, y subvencionado por la UPM en 2008.

El objetivo general de este proyecto es el de diseñar participativamente una serie de parcelas de ensayo agroforestal con especies frutales, y formular soluciones sostenibles en términos técnicos agroforestales para laderas cultivadas con riesgo de erosión.

Desarrollo de la cría de mariposas como alternativa productiva para las comunidades rurales de las montañas del Merendón, Honduras, realizado por el ingeniero D. Yago Vilela Quintana.

Este proyecto propone otra alternativa, esta vez relacionada con la cría de mariposas, para la realización de una actividad económica y un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la reserva por parte de los pobladores.

Estudio de alternativas de desarrollo para la montaña del Merendón (Honduras): propuesta de un plan de estudios de un bachillerato agroforestal, realizado por la ingeniera Rosa Cañadas Gómez.

Recientemente ha sido concedida una subvención en la VII Convocatoria de ayudas y subvenciones de Cooperación y Solidaridad de la UPM para la creación y construcción de una Escuela de Estudios Secundarios Agroforestales en la finca de Cáritas Sampedrana en la montaña del Merendón, este proyecto propone un plan de estudios para dicho bachillerato de acuerdo con las posibilidades y el entorno existente en la zona. Por lo tanto el objetivo de este proyecto, es principalmente educativo.

1.2 La devastación forestal en los trópicos

La deforestación es el proceso de desaparición de los bosques o masas forestales, fundamentalmente causada por la actividad humana, tala o quema de árboles accidental o provocada. La principal causa a escala mundial es la tala realizada con fines madereros, así como la obtención de suelo para la agricultura y ganadería.

Debemos distinguir las causas, magnitud y consecuencias de esta pérdida de masas forestales en los países industrializados y los denominados países del tercer mundo, por la enorme diferencia existente en los aspectos socioeconómicos y ambientales que se dan en dichas áreas.

Para ello, hacemos un somero análisis de la superficie forestal y las tasas de variación anual absoluta y relativa registradas entre los años 1990 y 2005 en las distintas regiones de La Tierra. Utilizamos los datos de la FAO (2007) expuestos en la tabla 1.1.

La cubierta forestal a nivel mundial en el año 2005 alcanza casi 4.000 millones de hectáreas, y cubre más del 30% de la superficie terrestre del planeta. A nivel mundial, entre 1990 y 2005, el mundo perdió más de 125 millones de hectáreas, más del 3% de su superficie forestal, con una reducción media del 0,2% anual.

Entre 2000 y 2005, la pérdida neta de bosques se sitúa en 7,3 millones de hectáreas anuales, unas 20.000 hectáreas diarias. Una cifra alarmante, aún siendo menor a la registrada entre los años 1990 y 2000, en los cuales había una pérdida neta anual de 8,9 millones de hectáreas.

Estas pérdidas se producen principalmente en África subsahariana y América del Sur, cobrando gran importancia la deforestación de la selva del Amazonas.

Un grupo de diez países reúne el 80% de los bosques primarios del mundo. Dentro este grupo, Indonesia, México, Papúa Nueva Guinea y Brasil experimentaron las mayores pérdidas de bosques primarios entre 2000 y 2005 (FAO, 2007).

Área	Superficie forestal, 2005			Tasa de variación anual			
	Superficie forestal (1000 ha)	% de la superficie de la tierra	Superficie por 1000 habitantes (ha)	1990-2000		2000-2005	
				(1000 ha)	(%)	(1000 ha)	(%)
África Central	236 070	44,6	2 020	-910	-0,37	-673	-0,28
África Oriental	77 109	18,9	346	-801	-0,94	-771	-0,97
África Septentrional	76 805	8,2	392	-526	-0,64	-544	-0,69
África Meridional	171 116	29,0	1 303	-1 152	-0,63	-1 154	-0,66
África Occidental	74 312	14,9	269	-985	-1,17	-899	-1,17
Total África	635 412	21,4	673	-4 375	-0,64	-4 040	-0,62
Asia Oriental	244 862	21,3	160	1 751	0,81	3 840	1,65
Oceanía	206 254	24,3	6 096	-448	-0,21	-356	-0,17
Asia Meridional	79 239	19,2	52	213	0,27	-88	-0,11
Asia Sudoriental	203 887	46,8	361	-2 790	-1,20	-2 763	-1,30
Total Asia y Oceanía	734 243	25,8	201	-1 275	-0,17	633	0,09
Países de la CEI	826 588	46,7	4 065	103	0,01	-73	-0,01
Europa Oriental	43 042	32,8	341	71	0,17	150	0,35
Europa Occidental	131 763	36,8	328	703	0,56	583	0,45
Total Europa	1 001 394	44,3	1 369	877	0,09	661	0,07
Caribe	5 974	26,1	146	36	0,65	54	0,92
América Central	22 411	43,9	557	-380	-1,47	-285	-1,23
América del Sur	831 540	47,7	2 197	-3 802	-0,44	-4 251	-0,50
Total América Latina y Caribe	859 925	47,3	1870	-4 147	-0,46	-4 483	-0,51
Total América del Norte	677464	32,7	1 537	17	0,00	-101	-0,01
Asia Central	16 017	3,9	214	9	0,06	9	0,06
Asia Occidental	27 571	4,0	93	25	0,09	5	0,02
Total Asia Central y Occidental	43 588	4,0	117	34	0,08	14	0,03
TOTAL MUNDIAL	3 952 025	30,3	599	-8 868	-0,22	-7 317	-0,18

Tabla 1.1: Superficie forestal y tasas de variación en distintas áreas del mundo (Fuente: FAO, 2007)

La situación en las distintas regiones es la siguiente:

África, Latinoamérica y el Caribe son hoy las regiones que experimentan mayores pérdidas. África, con el 16% de la superficie forestal mundial, perdió el 9% de sus bosques entre 1990 y 2005. La región latinoamericana, con el 47% de los bosques de todo el mundo, vio como la tasa de pérdida anual pasaba del 0,46% al 0,51% entre 2000 y 2005.

En África, la defensa de los bosques está logrando apoyo y compromisos políticos al más alto nivel. Los países de Latinoamérica han creado redes para combatir los incendios forestales, mejorar la eficacia en la gestión de zonas protegidas y el manejo de recursos hídricos. Se espera que en ambos casos estas medidas permitan mejorar la ordenación forestal (FAO, 2007).

Por el contrario, Europa y Norteamérica mostraron durante el mismo periodo incrementos netos en su superficie forestal. Esto se debe, lógicamente a la situación económica privilegiada de estas regiones en comparación con las anteriores. En Europa y Norteamérica no existe la necesidad de deforestar descontroladamente con el objetivo de obtención de madera y tierras para la agricultura y ganadería. La economía de estos

países está basada en los sectores secundario y terciario, no en la extracción directa de productos obtenidos de los recursos naturales.

Por lo tanto, son los bosques situados en los trópicos los más amenazados por la situación socioeconómica de los países en los que se encuentran, por su fragilidad y por la dificultad de recuperación una vez perdida la cubierta arbórea. Nos vamos a centrar entonces en el estudio de los bosques tropicales: definición, formaciones fisionómicas, distribución y consecuencias de su deforestación.

Los biogeógrafos consideran bosques tropicales a las formaciones vegetales arboladas que aparecen aproximadamente entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (± 23 grados de latitud), aunque algunas de ellas no llegan a alcanzar esos límites y otros los sobrepasan ligeramente (San Miguel *et al.*, 1997); por eso, Walter (1977) considera que la zona tropical llega hasta aproximadamente los 30 grados de latitud norte y sur. Otros criterios de tipo climático conceden especial significación a la temperatura, siendo la temperatura media del mes más frío el umbral que define el alcance de los bosques tropicales.

Las principales formaciones fisionómicas que se encuentran en esta zona, son de mayor a menor humedad ambiental:

- bosque planiperennifolio o pluvisilva tropical. De gran altura, pluriestratificado, con todos los estratos perennifolios y gran complejidad estructural y florística.

- bosque plani-semi-perennifolio. Formaciones de características similares a las del tipo anterior, pero con una pequeña proporción de los árboles dominantes (menos de un tercio) de tipo caducifolio facultativo durante el periodo más seco del año.

- bosque caducifolio húmedo. Bosque húmedo, de menor altura y complejidad florística que el planiperennifolio y con una importante proporción del estrato arbóreo dominante caducifolio (facultativo) durante la estación seca del año. Los estratos inferiores son en su mayor parte perennifolios.

- bosque caducifolio seco. De menor altura y complejidad florística que el tipo anterior. El estrato arbóreo superior es caducifolio, y el inferior, menos denso que en los tipos anteriores, también en parte o totalmente. Los estratos herbáceo y arbustivo están bastante desarrollados. Dentro de este tipo se incluyen las formaciones de bosque xerofítico caducifolio denso y bosque sabanero.

- sabana arbolada. Predominio del estrato herbáceo sobre el arbóreo con un marcado periodo de sequía.

Los bosques tropicales se encuentran distribuidos en tres grandes regiones con características ambientales y socioeconómicas muy similares, aunque geográficamente son tres regiones bien diferenciadas:

En África, el límite norte del bosque tropical está determinado por el desierto del Sáhara, por lo que los bosques no llegan a los 20 grados de latitud norte. Sin embargo, hacia el sur, la situación es distinta, alcanzándose casi los 30° de latitud sur en el límite con Suráfrica.

En América, los bosques tropicales aparecen aproximadamente a los 30° de latitud norte en Méjico y las islas del Caribe, y se extienden hasta casi los 30° de latitud sur en el norte de Argentina y sur de Brasil.

En Asia, el límite norte supera los 30° de latitud, y los bosques tropicales se extienden por la India, Birmania y Tailandia; llegan a Indonesia y el Norte de Australia, y alcanzan aproximadamente el Trópico de Capricornio, en el Norte de Australia (San Miguel *et al.*, 1997).

Las consecuencias de la devastación forestal en los trópicos son: la pérdida de la fertilidad del suelo, escasez de madera y las emergencias que causa su falta, el surgimiento de parajes depredados y erosionados, y la desertificación progresiva. Junto con el bosque tropical, se pierden irreversiblemente las más ricas reservas de los recursos genéticos del planeta, antes de poder ser conocidas con mayor profundidad. Por otro lado, se temen efectos globales sobre las condiciones meteorológicas y climáticas causadas por el incremento del contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, por la mayor reflexión en áreas deforestadas, y posiblemente también por cambios en la circulación global de los vientos y en los ciclos del agua (Lamprecht, 1990).

La Zona de Reserva del Merendón, área de bosques tropicales y objeto de nuestro estudio se sitúa en Honduras, uno de los países con mayor tasa de deforestación a nivel mundial como podemos comprobar en la Tabla 1.2.

Entre 1990 y 2005, Honduras ha perdido más de 2,7 millones de hectáreas de superficie forestal, una cifra muy elevada, teniendo en cuenta que su superficie actual es algo superior a los 4,6 millones de hectáreas. Es decir, durante este periodo, Honduras ha perdido casi el 60% de su superficie forestal actual. Si comparamos estos valores con los del resto de los países centroamericanos, constatamos que con gran diferencia Honduras es el país con mayores tasas de deforestación, en torno al 3% ente 1990 y aumentando hasta el 3,1% en los siguientes 5 años, siendo las tasas de deforestación de El Salvador y Nicaragua las que se encuentran en segundo lugar con tasas en torno al 1,5%, la mitad de la tasa hondureña.

De hecho, estas tasas de pérdida de superficie forestal superiores al 3% solo se dan en países africanos como Burundi, Comoras, Mauritania, Níger, Nigeria y Togo.

Queda claro que la política forestal llevada a cabo en Honduras necesita un cambio inminente, así como la puesta en marcha de medidas protectoras efectivas para evitar la pérdida de toda la riqueza forestal de este país. A este ritmo, Honduras perderá sus bosques en unas pocas décadas.

Área	Superficie forestal, 2005			Tasa de variación anual			
	Superficie forestal (1000 ha)	% de la superficie de la tierra	Superficie por 1000 habitantes (ha)	1990-2000		2000-2005	
				(1000 ha)	(%)	(1000 ha)	(%)
Belice	1 653	72,5	5 883	0	0,0	0	0,0
Costa Rica	2 391	46,8	544	-19	-0,8	3	0,1
El Salvador	298	14,4	44	-5	-1,5	-5	-1,7
Guatemala	3 938	36,3	302	-54	-1,2	-54	-1,3
Honduras	4 648	41,5	667	-196	-3,0	-156	-3,1
Nicaragua	5 189	42,7	938	-100	-1,6	-70	-1,3
Panamá	4 294	57,7	1 306	-7	-0,2	-3	-0,1
Total América Central	22 411	43,9	557	-380	-1,47	-285	-1,23

Tabla 1.2: Superficie forestal y tasas de variación en Centroamérica (Fuente: FAO, 2007)

1.3 Justificación del estudio como acción de cooperación para el desarrollo

A continuación, vamos a explicar una serie de conceptos básicos para la comprensión del ámbito relacionado con la cooperación para el desarrollo, para centrarnos después en la justificación de este estudio en la montaña del Merendón dentro de este marco.

La Cooperación Internacional se define como el conjunto de acciones llevadas a cabo por los países industrializados que, implicando transferencia de recursos a los países del Sur, contribuye a su desarrollo. Se consideran Ayuda Oficial al Desarrollo las aportaciones de recursos a los llamados países en desarrollo, procedentes de fondos públicos que tengan como finalidad la contribución al desarrollo de los países receptores y que sean otorgados en concepto de donaciones o préstamos en condiciones ventajosas. La Cooperación Internacional se articula pues en torno a la transferencia de capital en diversas modalidades (Serrano Oñate, 2004).

Para comprender el objetivo principal de la Cooperación Internacional es imprescindible definir el concepto de Desarrollo Humano:

El desarrollo humano es el proceso de ampliación de las opciones de la gente, aumentando las funciones y las capacidades humanas. Representa un proceso a la vez que un fin. En todos los niveles de desarrollo las tres capacidades esenciales consisten en que la gente viva una vida larga y saludable, tenga conocimientos y acceso a recursos necesarios para un nivel de vida decente. Pero el ámbito del desarrollo humano va más allá: otras esferas de opciones que la gente considera en alta medida incluyen la participación, la seguridad, la sostenibilidad, las garantías de los derechos humanos, todas necesarias para ser creativo y productivo y para gozar de respeto por sí mismo, potenciación y una sensación de pertenecer a una comunidad. En definitiva, el desarrollo humano es el desarrollo de la gente, para la gente y por la gente (PNUD, 2000).

Hemos visto qué es la Cooperación Internacional y en qué consiste el Desarrollo Humano, esta transferencia de capital cuyo fin último es el desarrollo humano de la población de los países más desfavorecidos social y económicamente, se lleva a cabo a través de estrategias, programas y proyectos de cooperación.

Generalmente, toda intervención de cooperación al desarrollo va a ser definida como una acción o conjunto de acciones a realizar en un tiempo determinado, dentro de unos plazos establecidos y en base a un presupuesto. Por lo tanto, aunque por su propia naturaleza se trate de intervenciones limitadas en el tiempo, es imprescindible que se entiendan siempre de forma sostenible a largo plazo, puesto que los resultados que se persiguen deben perdurar para la consecución de una mejora real en las condiciones de vida de la comunidad actual y de las siguientes generaciones. Entendemos pues por desarrollo sostenible aquel que se aplica pensando tanto en las generaciones presentes como en las futuras, y que implica un nuevo concepto del crecimiento económico, como aquel que proporciona justicia y oportunidades a todas las personas, sin destruir los recursos naturales finitos y la capacidad de sostenimiento (Gago Rodríguez, 2004).

Estas intervenciones se pueden clasificar en tres niveles diferentes en función del plazo temporal y el alcance de las mismas:

Entendemos por Estrategia el marco general de actuación a largo plazo. Debe ser definida siempre que sea posible, permite especificar nuestro ámbito de trabajo en el tiempo e ir planificando las acciones concretas a ejecutar, constituyendo la base de referencia de nuestro trabajo.

Se considera Programa al conjunto de acciones y procesos de desarrollo que apuntan a la consecución de objetivos a medio y largo plazo. Se suele identificar también con una donación o préstamo de recursos otorgado con fines generales de desarrollo, sin corresponderse a unas actividades concretas.

El Proyecto se define como una actuación precisa, con un objetivo específico, en una región geográfica delimitada y para un grupo predefinido de beneficiarios, con un calendario de actividades y un presupuesto económico claramente definido, que continuará produciendo bienes y/o servicios tras la retirada del apoyo externo, y cuyos efectos deben perdurar una vez finalizada la ejecución. Es en este nivel donde se encuentra nuestro estudio puntual.

Una vez definidos todos estos conceptos, vamos a centrarnos en la justificación del estudio de la evolución del uso del suelo en la Reserva del Merendón como acción de cooperación al desarrollo.

De acuerdo con la tipología de las intervenciones de cooperación propuesta por Gago Rodríguez (2004), nuestro estudio pertenece al grupo de proyectos cuyo criterio básico es su finalidad (orientado por objetivos) y se encuentra enmarcado dentro de las actividades de cooperación técnica: centradas en el intercambio de conocimientos técnicos y de gestión, con el fin de aumentar las capacidades de instituciones y personas para promover su propio desarrollo. Este tipo de proyectos abarca una amplia gama de actividades: asesoría, programas de becas, apoyo institucional, apoyo al diseño de políticas, capacitación, formación, etc. Su importancia con relación a la cooperación

internacional en su conjunto es difícil de estimar, ya que frecuentemente muchas de estas actividades se incluyen en la ejecución de proyectos o programas de ayuda de otro tipo.

Es en este tipo de actividades de cooperación, donde las universidades juegan un importante papel ya que muchos gobiernos, estatales o locales, a través de sus agencias de cooperación internacional, tienen programas de becas para estudiantes de países en desarrollo, también las universidades de los países desarrollados tienen programas e intercambios de profesorado y estudiantes, con objeto de apoyar y asesorar proyectos de carácter técnico. Es en este marco donde se realiza el estudio, dentro del Programa de Proyectos de Fin de Carrera o Máster para el Desarrollo de la Universidad Politécnica de Madrid.

Efectivamente, este estudio de la evolución en el uso de suelo en la Zona de Reserva del Merendón, está centrado en el intercambio de conocimientos técnicos y de gestión forestal entre la UPM y las instituciones que gestionan la reserva, Cáritas Sampedrana, Aguas de San Pedro, DIMA, y las personas locales para promover su propio desarrollo. Como hemos señalado con anterioridad, el objetivo de este proyecto es proporcionar una valiosa herramienta para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón que debe ser útil y tomada en cuenta por las autoridades administrativas responsables de su gestión. También se proponen una serie de actuaciones selvícolas y de gestión con el doble objetivo de protección medioambiental y mejora de la calidad de vida de los pobladores locales mediante un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la reserva.

No debemos olvidar que para la realización de este proyecto se ha contado con la colaboración la Universidad Politécnica de Madrid, la Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Honduras, Cáritas San Pedro Sula ONG, Aguas de San Pedro, DIMA e ICF, fomentando así sus relaciones institucionales, punto importante para la sostenibilidad y viabilidad de los proyectos de cooperación.

Al encontrarse este proyecto dentro del Programa de Becas de la UPM para Proyectos Fin de Carrera para el Desarrollo, vamos a realizar la justificación del proyecto como acción de cooperación al desarrollo siguiendo la estructura establecida por dicho programa para facilitar información sobre los cambios sufridos, valorar los resultados alcanzados e informar sobre la viabilidad y sostenibilidad del proyecto. Para ello analizamos la pertinencia, la eficacia, el impacto, la viabilidad, la sostenibilidad y la eficacia del proyecto.

Pertinencia

La mayoría de los habitantes del Merendón viven bajo el umbral de la pobreza. La realización de este proyecto está orientada a la mejora del Desarrollo Humano de la zona en los siguientes aspectos:

a.- el estudio en la evolución en el cambio de usos de suelo, proporciona una herramienta para la gestión y un aprovechamiento sostenible más eficiente de los recursos existentes, fomenta del desarrollo agroforestal, proporcionando actividades económicas alternativas y mejorando así la calidad de vida de los beneficiarios.

b.- para una protección medioambiental efectiva del Merendón, se necesita un plan de gestión forestal en el cual debe ser imprescindible el conocimiento de los cambios en el uso de suelo producidos en el pasado para decidir las actuaciones a realizar en un futuro.

Respecto a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), el proyecto se enmarca dentro del ODM1, erradicar la pobreza extrema y el hambre. Como hemos señalado, el objetivo de este estudio es proporcionar información útil para un plan de aprovechamiento sostenible por parte de la población local. La realización de este estudio es también de gran importancia respecto al ODM7 para garantizar la sostenibilidad ambiental en la montaña de El Merendón.

Para analizar la pertinencia y la adecuación de este estudio a las necesidades locales, debemos tener en cuenta diversos factores.

Tras la experiencia vivida en el Merendón, hemos constatado que hubiera sido muy interesante la realización de otros proyectos como:

a.- mejora de la carretera que une las poblaciones del área rural de la reserva con la ciudad de San Pedro Sula facilitando así la comunicación de los pobladores con la ciudad, abaratando los excesivos precios del transporte que éstos se ven obligados a pagar para adquirir productos de primera necesidad y facilitando la venta en el mercado su cosecha a mejor precio,

b.- mejora de las redes de abastecimiento de agua potable, ya que en muchas comunidades este abastecimiento es insuficiente, irregular, y el agua que se consume está contaminada, provocando grandes problemas de salud e higiene, y

c.- proyectos de desarrollo en el ámbito de la educación, salud... lógicamente no todos se encuentran dentro del ámbito agroforestal.

Para la elección del proyecto de desarrollo más pertinente en este programa de la UPM contamos con varias limitaciones:

a.- Desconocimiento de la región en la que se va a trabajar. A pesar de la información y documentación existente de la situación y las necesidades del área donde se va a realizar el proyecto, es la convivencia con las comunidades, y el diálogo con las autoridades y otras organizaciones que trabajan en el área, la que proporciona una idea global de la problemática del área donde se realiza el proyecto.

b.- Desconocimiento de las actuaciones de cooperación al desarrollo. La percepción de la dificultad de la realización de un proyecto de cooperación llega en el país de destino: dificultad para poner de acuerdo a la población local, dificultad de colaboración con la contraparte local, aceptación de las autoridades para la realización del proyecto, problemas técnicos y de logística, etc.

En este caso particular, en principio, el proyecto a realizar era un inventario forestal en la cabecera de la cuenca del río Frío en la Zona de Reserva del Merendón, debido a lo expuesto anteriormente y a las dificultades y contratiempos sufridos, se decidió cambiar de proyecto.

c.- Limitación temporal y económica, debido al mencionado desconocimiento de la zona y al tiempo necesario para la comprensión de la problemática y adaptación, una estancia de seis meses y el presupuesto disponible, dificulta la realización de un proyecto ejecutable como es la mejora de las carreteras o la mejora de las redes de abastecimiento de agua potable.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, consideramos que el estudio realizado es pertinente, ya que los objetivos específicos (Capítulo 2) y los resultados obtenidos se adecuan a las necesidades locales. Dichos objetivos están bien identificados y se han logrado satisfactoriamente. Respecto al objetivo final, la mejora de la calidad de vida de los beneficiarios y la protección medioambiental del Merendón, podemos decir que no es un objetivo a corto plazo, pero esperamos que estas metas sean alcanzadas a medio y largo plazo si se sigue con la línea de trabajo trazada.

Eficacia

La eficacia de un proyecto de cooperación se entiende como la constatación del grado de cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

El proyecto ha sido realizado con eficacia ya que se han logrado los objetivos específicos, se ha recopilado toda la información deseada, se ha elaborado el mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2009, se ha comparado con los anteriores utilizando las nuevas tecnologías aplicadas a las ciencias forestales, se han analizado los cambios producidos y se han cuantificado estos cambios para analizar las pérdidas de suelo producidas en los distintos años.

Impacto

Social: se ha dado a conocer a la población local el presente estudio y sus objetivos mediante las encuestas realizadas, también han sido expuestos los resultados obtenidos en una reunión programada por Cáritas Sampedrana con los habitantes de la zona rural. Los habitantes comprenden la inestable situación ambiental de la reserva, el papel principal que ellos juegan dentro de la misma y los proyectos que se llevan a cabo para mejorar su situación actual.

Género: no existe impacto de género en este estudio.

Económico: no hay generación de ingresos u otros recursos económicos por parte la comunidad beneficiara a corto plazo, esperamos que esto suceda a medio y largo plazo con la mejora de la gestión forestal del Merendón, el fomento del desarrollo agroforestal y la puesta en marcha de las propuestas sugeridas en el estudio.

Medioambiental: este uno de los puntos fuertes del proyecto ya que se ha estudiado, cuantificado y se han analizado causas y consecuencias de la actividad de los pobladores del Merendón sobre los recursos naturales y el medioambiente de la reserva.

Viabilidad y sostenibilidad

Social: al ser un proyecto centrado en la investigación, la participación de las comunidades locales ha sido la realización de las 29 encuestas llevadas a cabo en la primera etapa del estudio y el acompañamiento remunerado en el trabajo de campo por parte de Orlin Alvarenga, guía del Parque Nacional Cusuco, gran conocedor de la flora y fauna de la Reserva.

Capacidad institucional: las instituciones locales implicadas en el proyecto son Cáritas Sampedrana, la ONG contraparte de este proyecto, Aguas de San Pedro, empresa privada que se encarga de la gestión de la Zona de Reserva del Merendón gracias a una concesión de DIMA, e ICF, autoridad estatal de la gestión de espacios protegidos:

- Cáritas Sampedrana es una asociación de la Iglesia Católica, de carácter benéfico, sin ánimo de lucro. Cáritas San Pedro Sula lleva promoviendo desde mediados de los años 90 el desarrollo económico y social de la zona, creando centros de salud, centros de formación, desarrollo de la mujer y apoyando a la población en la mejora de los cultivos y en sus condiciones de vida. Ha desarrollado numerosos proyectos técnicos en la zona como son la implantación de granja de conejos, granja avícola, desarrollo de una piscifactoría de tilapias, cultivo de café biológico, estudio de los riesgos de deslizamientos de laderas, etc. Cuenta con el personal cualificado y los medios necesarios para dar continuidad a los proyectos que ha realizado en colaboración con la UPM, proporcionando el apoyo logístico para la realización de dichos proyectos.

- Aguas de San Pedro y en menor medida ICF, son las autoridades encargadas de la gestión de la Zona de Reserva del Merendón. Han colaborado activamente en la realización de este estudio. Siempre que ha sido posible han cedido toda la información solicitada, tanto en Honduras, como en España vía Internet. Aguas de San Pedro ha solicitado los resultados obtenidos del presente estudio para incluirlos en el plan de manejo que está en trámites de aprobación por parte de ICF. Estas instituciones también cuentan con el personal y medios adecuados para dar seguimiento al proyecto, pero al ser instituciones dependientes de los gobiernos de la municipalidad y del estado, siempre existe cierta inestabilidad institucional por la situación política en Honduras, como desgraciadamente hemos podido comprobar en Junio - Julio de 2009 con el golpe de estado acontecido.

Un problema a señalar son las discrepancias entre ambas entidades a nivel institucional. A pesar de trabajar el mismo área y con la misma finalidad, no colaboran conjuntamente, hecho que consideramos como un importante inconveniente para el logro de los objetivos fijados en cualquier proyecto llevado a cabo en el Merendón.

Políticas de apoyo: la UPM y Cáritas San Pedro Sula han firmado un convenio de colaboración bajo el cual se han desarrollado seis proyectos fin de carrera de alumnos de esta universidad, todos ellos orientados a la mejora en la calidad de vida de la población local de la montaña del Merendón. Recientemente ha sido concedida una subvención en la VII Convocatoria de ayudas y subvenciones de Cooperación y Solidaridad de la UPM para la creación y construcción de una Escuela de estudios secundarios agroforestales en El Merendón. Este estudio se enmarca dentro del programa de proyectos de fin de carrera para el desarrollo de la UPM.

Tecnológica: para la realización del estudio se han empleado las tecnologías aplicadas a las ciencias forestales, sistemas de información geográfica, teledetección mediante imágenes satelitales y toma de puntos de verdad de campo con GPS.

Económica: el proyecto realizado es una investigación, no se ha ejecutado ninguna obra, por lo que no es necesaria ninguna financiación para su funcionamiento y mantenimiento. Por el mismo motivo, tampoco se ha realizado un análisis de costes y rentabilidad.

Eficiencia

Entendemos por eficiencia del proyecto de cooperación, la relación entre los resultados obtenidos y los costes que estos han ocasionado.

El estudio se ha realizado de la manera más eficiente posible, se han alcanzado los resultados esperados sin aumentar los costes calculados ni la estancia prevista en Honduras.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es realizar un estudio de la evolución de los cambios en el uso de suelo producidos en la Zona de Reserva del Merendón.

Dicho estudio debe ser una herramienta para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón tomada en cuenta por las autoridades administrativas responsables de su gestión. Debe proporcionar una importante información para valorar la gestión y la efectividad de las actuaciones llevadas a cabo con anterioridad en la reserva, tanto para frenar la creciente deforestación de las masas arbóreas del Merendón como para lograr los objetivos fijados en el decreto 46/90.

Objetivos específicos

- Recopilación de información y análisis del medio físico, la problemática social, económica, educativa y sanitaria de la Zona de Reserva del Merendón y de la situación de Honduras respecto al Índice de Desarrollo Humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- Elaboración del mapa de uso de suelo de 2009 mediante teledetección y un fuerte apoyo del trabajo de campo.

- Análisis y cuantificación de los cambios en el uso de suelo producidos entre los años 1992, 2001 y 2009.

- Estudio de las causas y consecuencias de estos cambios en las distintas cuencas hidrográficas de la reserva.

- Estudio de la relación entre estos cambios en el uso del suelo y las pérdidas de suelo producidas mediante el método RUSLE.

- Propuesta y recomendación de actuaciones selvícolas y de gestión con el fin último de: protección de suelos, regulación hídrica, conservación de la biodiversidad, mejora de los recursos económicos propios de los pobladores basados en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales de los ecosistemas presentes, y conservación del valor paisajístico y recreativo de la reserva.

Hipótesis de partida

Para desarrollar este proyecto y plantear los objetivos anteriormente citados, se parte de las siguientes hipótesis:

- La zona de reserva se encuentra seriamente afectada por altos niveles de deforestación, especialmente en las partes altas de las microcuencas, esto se debe principalmente al avance de la agricultura migratoria o de subsistencia y a la extracción descontrolada de leña.

- La pérdida de la cobertura arbórea facilita de gran manera la erosión y la pérdida de suelo en las diferentes cuencas hidrográficas de la reserva debido a la desnudez de los suelos durante la época de mayores precipitaciones y las elevadas pendientes que se dan en la reserva. Esto propicia un irregular comportamiento hidrológico ante las avenidas derivadas de las fuertes lluvias tropicales y una gran vulnerabilidad física de las cuencas ante diversos fenómenos y catástrofes naturales, como sucedió con el huracán Mitch en 1998.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Situación geográfica

La Zona de Reserva del Merendón está situada dentro del Municipio de San Pedro Sula, Departamento de Cortés, Honduras.

Honduras se encuentra localizada en Centro América entre los 13 y 16° de latitud norte. Su territorio ocupa aproximadamente 112.492 km², y se encuentra limitado al norte por el mar Caribe, al sur por el océano Pacífico y al Este y Oeste, por Nicaragua y Guatemala respectivamente. En la parte suroeste, hace frontera con El Salvador.

La Cordillera del Merendón se extiende por el oeste de la nación de Honduras, desde la Bahía de Omoa, en el mar Caribe Hondureño, a lo largo de la frontera con Guatemala, hasta el sur del Departamento de Copán. Las hojas cartográficas correspondientes a la zona son: Cuyamel - San Pedro Sula (2562 I) y Omoa (2563 II), escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Honduras.

Latitud y longitud

La localización de la cuenca, definida según lo especificado anteriormente y por el sistema de coordenadas WGS-84, UTM zona 16N, es la siguiente:

	Coordenada X	Coordenada Y
Punto situado más al norte	386 545,56	1 726 699,75
Punto situado más al sur	372 525,79	1 702 358,00
Punto situado más al este	394 568,94	1 722 842,69
Punto situado más al oeste	365 771,09	1 714 009,17

Altitud

La altitud oscila entre los 200 metros (la cota 200 es considerada límite de la Zona de Reserva del Merendón) y el máximo que alcanza a los 2.242 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en el cerro Jilincó, situado en el extremo noroccidental de la reserva, en el Parque Nacional Cusuco (Figura 3.3).

Superficie

La Zona de Reserva abarca una superficie de 39.953 hectáreas para un perímetro de 131.024 metros. Esta cordillera se caracteriza por tener unas pendientes predominantes superiores al 50%.

Límites

Según el decreto 46/90, los límites de la Zona de Reserva del Merendón, como podemos apreciar en la figura 3.2, son:

- al norte, la cordillera del Merendón, partiendo la línea divisoria desde la montaña de San Ildefonso con rumbo oeste y pasando por el cerro La Fortuna, cerro El Remolino, cerro Quemado, cerro Quiebra Botija, cerro El Mogotón y cerro Will,

- al oeste, la línea divisoria continua en línea recta hasta el cerro 330, y de nuevo en línea recta hasta la intersección del río Armenta con la cota 200. Desde aquí la línea divisoria sigue con rumbo sur la cota 200 hasta la intercepción de la carretera del Norte en el Barrio Chamelecón,

- al sur, la línea divisoria sigue rumbo oeste la carretera que une el Barrio Chamelecón con las Villas de Cofradía y Naco, próxima al cauce del río Chamelecón, hasta la intersección de ésta con la Quebrada el Calamar. A partir de aquí, la línea divisoria sigue la cota 200 hasta su intersección con el río Naco,

- al este, la línea divisoria continua aguas arriba por el río Naco adentrándose de nuevo en la Cordillera del Merendón, hacia la Montaña de San Ildefonso, donde se encuentra el Parque Nacional Cusuco, hasta la intersección con la cota 1.800 que actúa como línea divisoria de la reserva en el sector noroccidental.

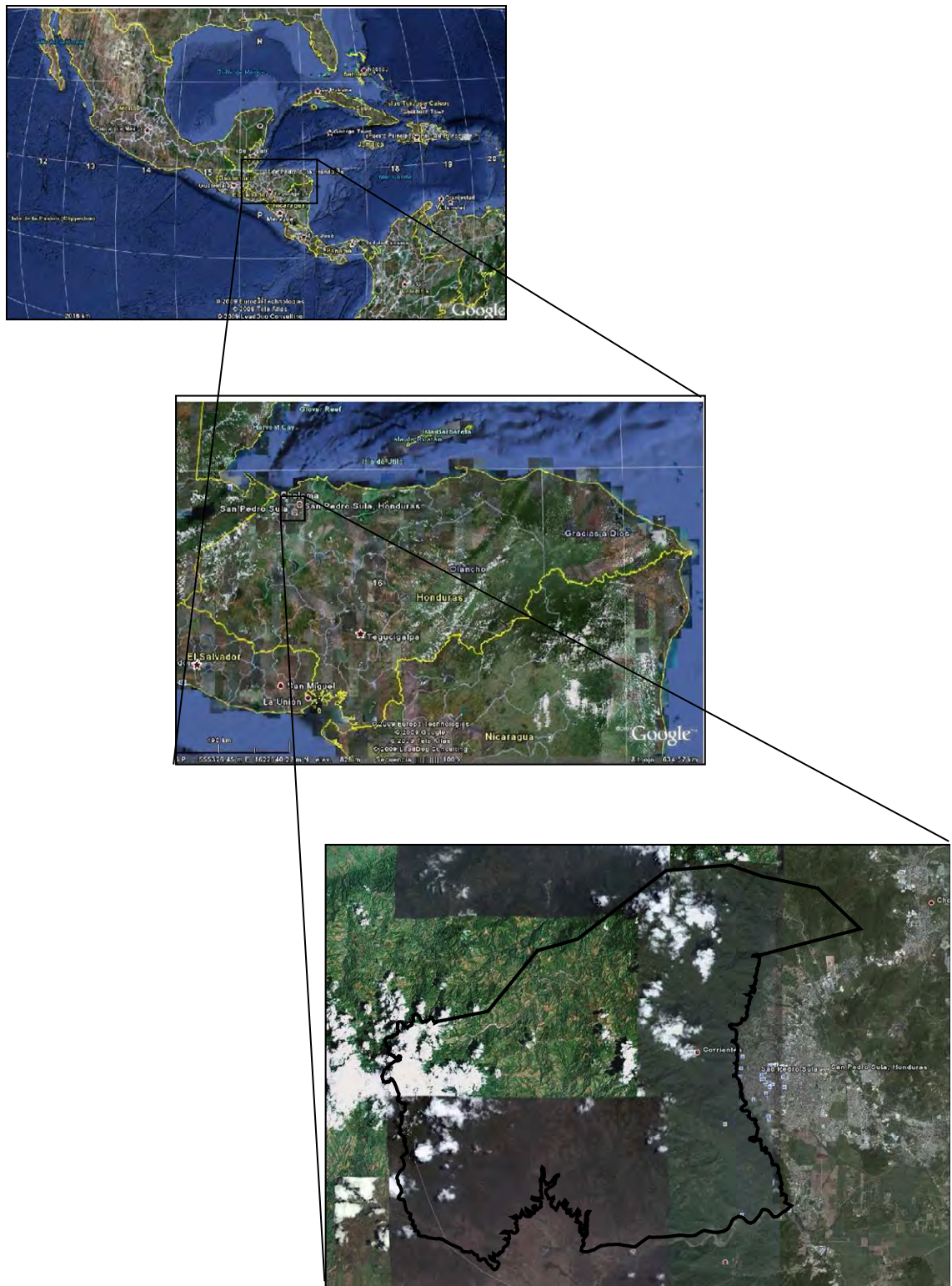


Figura 3.1: Situación geográfica de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Google Earth)

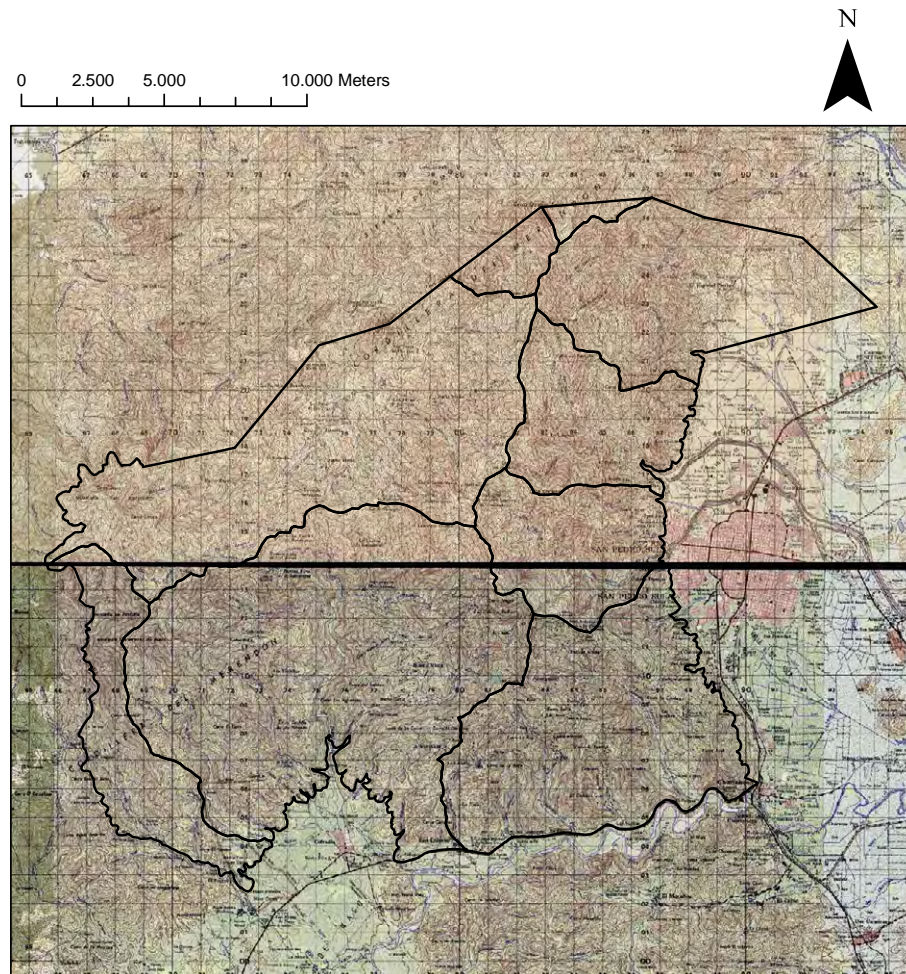


Figura 3.2: Mapa topográfico con las distintas cuencas hidrográficas de la Zona de Reserva del Merendón.

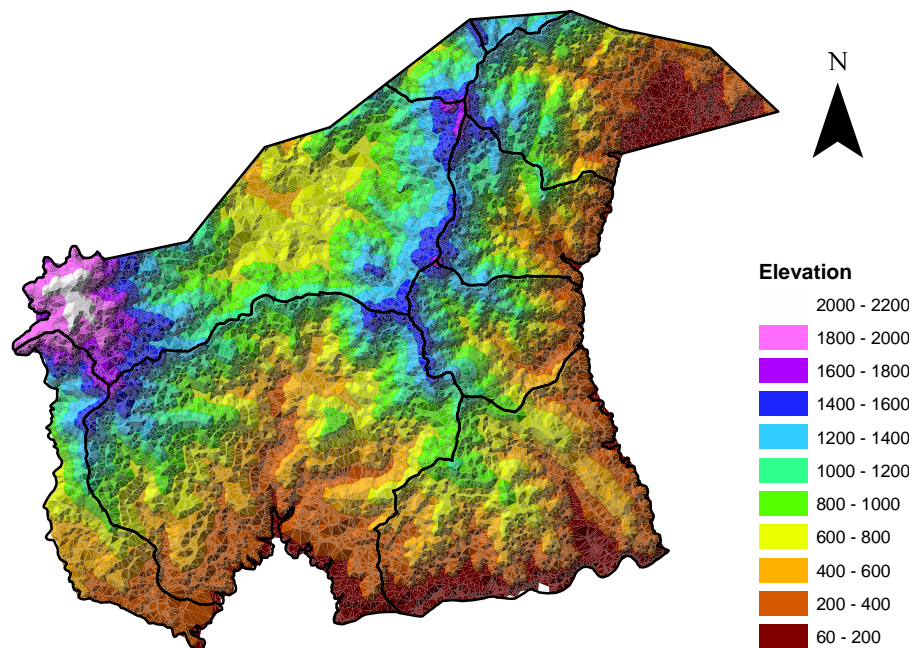


Figura 3.3: Distribución de altitudes en La Zona de Reserva del Merendón mediante un TIN realizado por el programa informático ArcGIS 9.2

3.1.2 Situación administrativa

Marco legal

La estrategia general para la gestión de los recursos naturales dentro del país tiende hacia la entrega a las municipalidades de las competencias de medio ambiente y manejo de recursos naturales. La ley de municipalidades de 1990 hace de los gobiernos locales organismos más responsables y planificadores de sus recursos naturales. Aún así, la zona sufre un importante abandono institucional y un conflicto constante con la Municipalidad de San Pedro Sula, por discrepancias en cuanto al futuro de la Reserva.

A continuación se resumen las principales leyes vigentes en la Reserva del Merendón:

Ley de Municipalidades (Decreto 134-91)

Esta ley, aparte de otorgar a las municipalidades gran cantidad de competencias, contiene disposiciones que les dan una mayor participación en la defensa, protección y mejoramiento de sus recursos naturales. En resumen, las municipalidades han de hacerse cargo de aspectos de protección de las funciones ecológicas y el medio ambiente, promoción de la reforestación, racionalización del uso y aprovechamiento de los recursos naturales, recaudación de recursos propios para preservar el medio ambiente, etc. También indica por qué vías se han de obtener los ingresos que se obtendrán de licencias de aprovechamiento de recursos naturales, tasas de arrendamiento de terrenos municipales, tasas sobre el valor de los recursos extraídos, etc.

Ley General del Ambiente LGA (104-93) y Reglamento General de la Ley General del Ambiente (109-93)

Después de la Ley de Municipalidades y su reglamento, la Ley General del Ambiente y su Reglamento son los que otorgan las facultades específicas al Municipio en la aplicación de las normas ambientales.

El *artículo 29* otorga las atribuciones siguientes a las municipalidades en su respectiva jurisdicción para aplicar la LGA:

- Ordenación del desarrollo urbano.
- Protección y conservación de las fuentes de abastecimiento de agua, incluyendo la prevención, control de su contaminación y la reforestación.
- Preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en los centros de población derivada del servicio de alcantarillado, limpieza, recolección y disposición de basuras, mercados, cementerio, tránsito vehicular y transportes locales.
- Previsión y control de desastres, emergencias y otras contingencias ambientales, cuyos efectos afectan particularmente al término municipal y sus habitantes.
- Control de emisión de contaminantes.

Otro de los objetivos de la LGA es el de propiciar el marco que permita orientar la actividad humana de acuerdo al uso racional y sostenible de los recursos naturales, para lo cual se deben establecer mecanismos adecuados de participación ciudadana.

Ley de protección del Merendón (Dec. 46/90)

Esta ley se aprobó en el Congreso Nacional de Honduras en 1990. Se creó para garantizar a San Pedro Sula y otras comunidades situadas en el Valle de Sula, como Naco y Cofradía, el recurso de agua potable. Para alcanzar este objetivo se cree necesario proteger el Merendón en su calidad de productor de agua.

En dicha ley aparecen 11 artículos de los cuales se comentarán los más importantes.

En el *artículo 1* el decreto otorga total control a la municipalidad sobre las zonas de producción de agua, algo que también hace la ley de municipalidades.

En el *artículo 2* deja bajo responsabilidad de la municipalidad la formulación de planes de manejo y ordenación de las áreas de producción de agua.

En el *artículo 4* hace referencia a que a los ciudadanos hondureños asentados en la zona previamente a la vigencia del decreto deben ser protegidos a través de programas educativos sobre el cuidado y manejo del bosque, y si se diera el caso de que su ubicación fuese negativa, se procedería a la reubicación.

En el *artículo 6* estipula los campos técnicos que debe regular el manejo y ordenación de la municipalidad:

1. Conservación de los bosques.
2. Conservación y mejora de los suelos.
3. Estabilización de taludes y drenajes de carreteras.
4. Prevención de crecientes.
5. Control de contaminación de las fuentes de agua.
6. Conservación de fauna y flora.
7. Aprobación e desaprobación de apertura de caminos.
8. Conservación del medio ambiente.

El *artículo 7* otorga a la municipalidad la potestad de aplicar medidas correctivas y sanciones contra los que contravengan las disposiciones del decreto.

El *artículo 9* manda que todos los organismos del Estado han de apoyar a la municipalidad en la protección del Merendón.

El *artículo 10* es sin duda el más conflictivo. Prohíbe de forma tajante todo tipo de explotación de la tierra y recursos, todo tipo de construcción que no sea para fines educativos o de conservación. Esta medida deja fuera la construcción y mejora de las viviendas, centros de salud, centros comunales, etc. Tiene contradicciones con los artículos anteriores y con otras leyes ya vigentes.

Organización territorial

Las personas que habitan en la reserva se organizan en pequeñas comunidades. Se denomina comunidad a un grupo o conjunto de personas que comparten elementos en común, en este caso, comparten una misma ubicación geográfica dentro de la cuenca. En estas comunidades, las viviendas pueden estar concentradas en una superficie de terreno o más o menos dispersas, dependiendo de la orografía de la zona.

La ley que afecta de una forma más directa a las comunidades de la reserva es la Ley de protección del Merendón (Decreto 46/90), principalmente por las fuertes medidas coercitivas y restrictivas que regulan la vida de estas personas.

En toda la zona existen además unas figuras de protección que restringen determinados usos (Figura 3.4 y Figura 3.5):

- Parque Nacional del Cusuco y la zona de amortiguamiento alrededor de dicho parque.
- Corredores de 150 metros de ancho a ambos lados de los ríos, para la protección de sus riberas.
- Zonas productoras de agua de San Pedro Sula, Cofradía y Naco

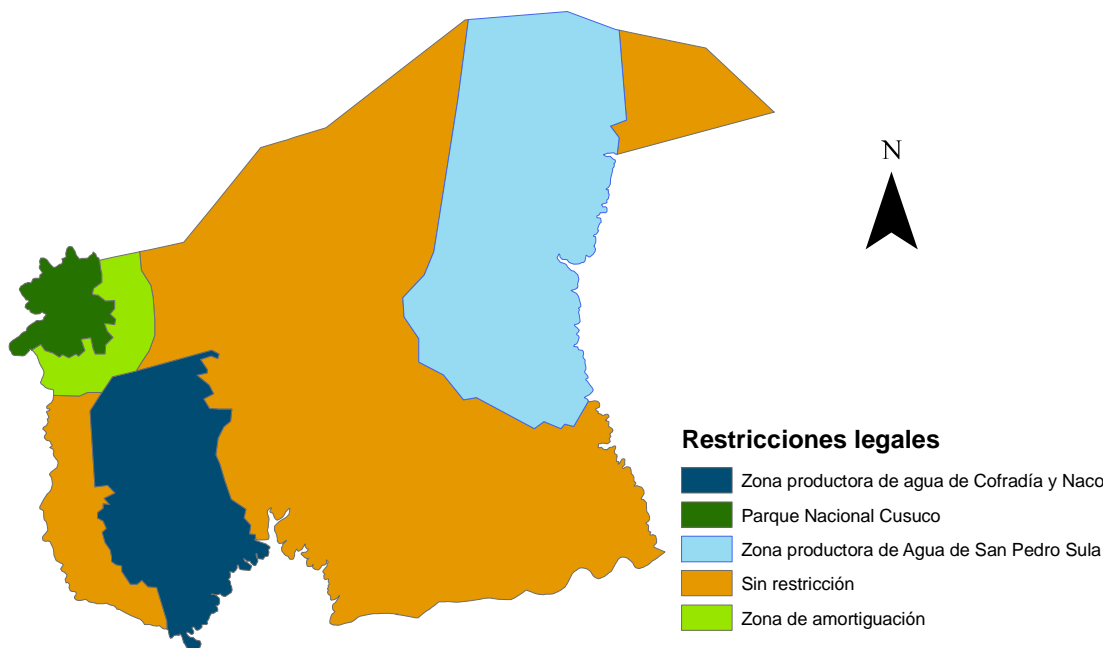


Figura 3.4: Mapa de figuras de protección en la Zona de Reserva del Merendón

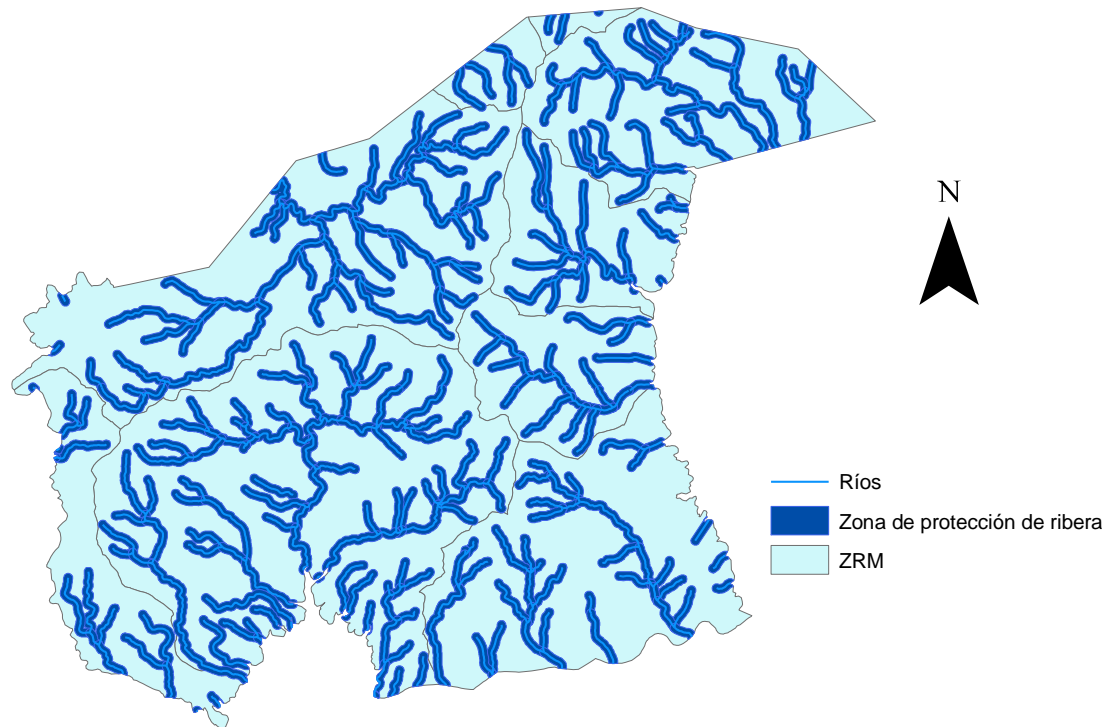


Figura 3.5: Protección de cuerpos de agua en la Zona de Reserva del Merendón

La situación de tenencia de tierra es un elemento básico para entender muchos de los problemas sociales y económicos de las comunidades rurales de Honduras. Muchos de estos problemas tienen su traducción en términos de conservación o degradación del medio ambiente.

Según la ley vigente en Honduras, en el Merendón se dan los siguientes regímenes de propiedad:

- Tierras nacionales: son las que establece la Ley de Reforma Agraria y la Ley de Modernización Agrícola.
- Tierras fiscales: son tierras alquiladas a los campesinos, que pertenecen al Instituto Nacional Agrario.
- Títulos supletorios: consisten en una certificación de sentencia que otorga el tribunal, basado en testigos que aseguran que el interesado ha ocupado la tierra durante más de 10 años.
- Heredadas: constituyen las herencias de los padres que nunca legalizaron tierras.
- Derecho de uso: se cuenta con ocupaciones ilegales por no poseer título que acredite legítimamente la propiedad de la tierra.

El área total y la proporción de los distintos tipos de propiedad no se conocen porque nunca se ha realizado un catastro dentro de la Zona de Reserva.

Los dos últimos regímenes de propiedad son los más comunes en la reserva, la gran mayoría de los pobladores por sus escasos recursos económicos no pueden comprar tierras, tampoco tienen tierras heredadas, viéndose obligados a rentar tierras durante un corto periodo de tiempo.

La consecuencia inmediata a esta situación de tenencia de tierras en el Merendón, es que la falta de una parcela para cultivar lleva al agricultor a un continuo traslado de una parcela a otra siempre en alquiler de régimen o de préstamo. El propietario (o simple ocupante) de la parcela obtiene a cambio una cantidad de dinero determinada. En el caso de que sea ganadero, no cobra nada, pero a cambio de prestar la tierra consigue que ésta le sea devuelta habiendo sido eliminada toda la vegetación y lista para poder introducir su ganado.

Hoy en día son muchas las iniciativas e instituciones que tratan de resolver problemas relacionados con la erosión de los suelos o la deforestación, pero es obvio que todos estos esfuerzos están destinados al fracaso o a una importante limitación de resultados si no se comienza por la regularización en el estado de tenencia de la tierra, ya que a ningún agricultor le interesa practicar las costosas técnicas de conservación de suelos sobre una parcela que sólo va a utilizar durante una cosecha y menos aún, una reforestación con especies maderables o especies de uso múltiple si los resultados suponen varios años de permanencia y cuidados en un mismo lugar.

En la Zona de Reserva del Merendón, por sus particulares condiciones legales (decreto 46/90), no hay el suficiente apoyo institucional para iniciar las actividades de titulación. Por la consideración de Zona de Reserva, no se excluye que algunas áreas fueran objeto de un cambio de uso, y este proceso sería mucho más costoso para la municipalidad, ya que tendría que hacer frente a indemnizaciones por Dominio Pleno en vez de simples pagos de mejoras.

Esto no quiere decir que los problemas de tenencia de la tierra deban mantenerse en las condiciones actuales, sobre todo por el deterioro en los recursos naturales que debe ser detenido o al menos frenado.

Por ello, DIMA (1994a) propone una serie de actuaciones que exponemos a continuación para solucionar el problema de tenencia de tierras. Aunque debemos señalar que esta propuesta no ha sido puesta en marcha y la situación de la tenencia de tierras permanece inalterada.

DIMA propone el establecimiento de alguna figura legal que esté a medio camino entre la actual situación de inseguridad en cuanto a tenencia de la tierra y la titulación. Esta solución intermedia puede ser la entrega al agricultor por parte de la autoridad responsable, en este caso la municipalidad, de un título o garantía de ocupación por un número determinado de años.

El agricultor se comprometería según el documento suscrito a la adopción de medidas para la conservación de los suelos y el incremento de su capacidad de retención de agua. A cambio, recibiría la seguridad de que se le permite el aprovechamiento agrícola y forestal de su parcela.

Entre otros compromisos, podrían incluirse aquellos referidos a la utilización de agroquímicos que no sean perjudiciales, o a su colaboración en caso de incendios forestales. Es decir, la autoridad responsable tendría en cada agricultor, un colaborador en tareas de restauración forestal, incremento de la protección del suelo, reforestación, control del acceso de población y extinción de incendios forestales. En cada una de estas actividades pueden prestar su asistencia distintas instituciones públicas y privadas (DIMA, 1994a).

3.1.3 Medio físico

Climatología

A escala zonal, el clima tropical está influenciado por la regularidad de los vientos alisios, la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y la convección térmica. El área de la Zona de Reserva del Merendón se localiza dentro de una zona cuyo clima se puede clasificar como tropical lluvioso según la clasificación de Thornwaite, caracterizado por lluvia abundante todo el año.

Para el análisis de los aspectos climáticos de la Reserva del Merendón, se ha tenido en cuenta el Atlas Climático de Honduras, el cual genera puntos de temperatura y precipitación cada cinco kilómetros para elaborar los mapas de precipitaciones y de temperaturas máxima y mínima. Dichos mapas se encuentran en el Anexo I del presente documento.

El clima en las partes bajas de la zona de reserva es de temperaturas bastante estables durante todo el año, siendo la media anual de 26° C. Puede caracterizarse por dos estaciones claramente diferenciadas, una húmeda de Junio a Febrero con temperaturas medias de 24° C y otra seca de Febrero a Mayo, con temperaturas medias de 28° C. Según se asciende en altura disminuye la temperatura con un gradiente de 0,55° C cada 100 m.

En las partes altas de la cordillera se registran temperaturas más bajas cuyo rango de medias anuales varía entre los 26° C y los 16° C. Durante los meses de diciembre, enero y febrero se presentan las temperaturas más frescas del año debido a la influencia de los frentes fríos y los grandes anticiclones que llegan del territorio nacional desde mediados de octubre hasta mediados de marzo. Las temperaturas más cálidas se registran en los meses de abril, mayo y junio. La duración del periodo seco en estas alturas es menor y a partir de los 1.500 m puede estimarse que el régimen de lluvias es abundante durante todo el año.

En cuanto a precipitaciones, de acuerdo con los datos climáticos de las estaciones hidrométricas instaladas en Guanales, Gallito, Cusuco, Naranjito, Tomalá y San Idelfonso; la temporada de lluvias comienza en el mes de julio y termina en enero siendo los meses más lluviosos octubre y noviembre. Los meses menos lluviosos son marzo y abril. Es importante mencionar que nunca se ha registrado precipitación cero, pues los valores de lluvia en los meses más secos varían en torno a los 90 mm mensuales. De acuerdo al mapa de precipitaciones, la precipitación mínima anual registrada es 1.223 mm, la máxima anual es 2.053 mm, y la media anual es 1.450 mm.

Hay que resaltar que la montaña del Merendón supone un obstáculo a los frentes cargados de humedad que provienen del Atlántico, por lo que el efecto orográfico y la gran cantidad de precipitaciones que se dan en las partes orientadas a barlovento son de relevancia. También es determinante la alta humedad que genera las condiciones para la existencia de bosques nublados adaptados a estas condiciones de altas precipitaciones y alta humedad provenientes de procesos de intercepción y condensación en las partes altas de la cuenca del río Frío. Por otro lado, en las parte de sotavento, las masas de aire descienden, incrementando su temperatura y disminuyendo su humedad relativa por el efecto Foehn. Esta situación afecta en especial a las zonas Sur y Suroeste de la reserva, las cuencas de los ríos Manchaguala, Naco y Chamelecón.

Geología, suelos y geomorfología

La información sobre la geología y suelos de la Reserva del Merendón se ha obtenido del estudio realizado por DIMA (1994b) conjuntamente con el Servicio Alemán de Cooperación Técnica y la Fundación Ecologista Héctor Rodrigo Pastor Fasquelle. El estudio se realizó con fines de uso y manejo de suelos. Se han seguido para su definición normas del Departamento de Agricultura de los EEUU y del Programa de Reconocimiento de Suelos de Colombia.

En la Zona de Reserva del Merendón se encuentran fundamentalmente dos litologías: una unidad de rocas metamórficas pertenecientes a la formación Esquistos cacaguapa y otra unidad formada por rocas intrusivas.

- La unidad Esquistos cacaguapa es de la edad pre-mesozoica y paleozoica. Dentro de esta formación se han identificado gran cantidad de rocas: sericitos, filitas, esquistos graníticos con un contenido variable de hematina, gneises y en menor cantidad, cuarcita y roca ígnea interestratificada. Sobre estas rocas se han encontrado todas las series de suelos que se dan dentro del Merendón, excepto la serie de La Coronilla. Al parecer en los procesos de transformación, es más fuerte la influencia de la vegetación, precipitación y actividad humana que la propia roca madre.

- La unidad de rocas intrusivas es da la edad terciaria o mesozoica. Generalmente, está formada por granitos meteorizados muy profundos. Sobre los granitos se han desarrollado suelos de la serie La Coronilla, caracterizado por su textura muy liviana y de poca profundidad. La meteorización ha producido una estructura de granos sueltos sin adherencia entre sí cuya debilidad se ve incrementada por la fuerte alteración de los feldespatos, por lo que resulta un material frágil y extremadamente vulnerable a la erosión.

A partir de estas unidades se clasificó el suelo en ocho series (Figura 3.6):

I. Serie Tomalá (Ta): Desarrollada a partir de materiales de origen metamórfico, son suelos profundos bien drenados con texturas franco-arcillosas en la capa superficial, y franco-arcillosas y arcillosas en las capas inferiores. La estructura es granular fina, débil. El perfil presenta colores que van desde pardo muy oscuro a pardo amarillento oscuro y rojo amarillento. Los terrenos en los que se presenta son

escarpados con pendientes entre el 50 y 60% y con pedregosidad abundante en la superficie y afloramiento rocoso escaso. Taxonómicamente pertenecen al orden Typic Tropohumult.

Este tipo de suelo es de fertilidad moderada y muy ácido. Capacidad de intercambio iónico media, saturación de bases alta y bajos contenidos de materia orgánica. El contenido de calcio es medio y los de magnesio, potasio y fósforo, bajos. Por tanto se puede interpretar que poseen una fertilidad natural moderada y que los requerimientos inmediatos de aplicación de nutrientes son principalmente nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio.

II. Serie La Coronilla (Lc): Esta serie se presenta en zonas montañosas. Los suelos se han formado a partir de rocas intrusivas de tipo granítico. Se caracteriza por ser muy superficial, con texturas franco-arenosas en la capa superficial, y arenosa-francas en las capas inferiores. Los colores van de pardo grisáceo muy oscuro a pardo muy pálido. La estructura es granular fina, débil o sin estructura (grano simple). El paisaje se caracteriza por ser muy escarpado con pendientes del 70 al 80%. Estos suelos, dadas sus condiciones de texturas muy livianas y sus fuertes pendientes, son altamente erosionables. Esta unidad presenta una serie de derrumbes en toda su área de distribución. El drenaje natural es algo excesivo. Taxonómicamente se engloban en el orden Typic Ustorthent.

Este tipo de suelo presenta una fertilidad baja y acidez muy alta. El contenido de materia orgánica es alto en la capa superficial y bajo en las inferiores. Tiene alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación de bases. Los contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo son bajos.

El estudio identifica estos suelos como de vocación forestal, con fertilidad natural baja y retención de humedad baja.

III. Serie La Libertad (Li): Desarrollados a partir de materiales metamórficos fundamentalmente de rocas tipo gneis. Se ubican entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m. Son suelos de moderadamente profundos a profundos con una profundidad efectiva de 80 cm, con textura franco-arenosa en todo el perfil. La estructura es granular fina, débil. El color varía entre pardo oscuro, pardo grisáceo muy oscuro y pardo amarillento muy oscuro. La pedregosidad es abundante en la superficie. Son suelos altamente erosionables. Taxonómicamente son Udic Ustrochrept. El paisaje es escarpado con pendientes entre el 50 y 80%.

Se interpreta por tanto que este tipo de suelo tiene una fertilidad moderada, pH muy ácido, altos contenidos de materia orgánica, alta saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico. Los contenidos en calcio, magnesio y potasio son bajos el de fósforo es medio.

Esta serie de suelos se encuentra dentro de la cuenca del río Santa Ana en la zona definida como productora de agua de San Pedro Sula. Esta circunstancia, junto con las fuertes pendientes y las condiciones topográficas, hacen estos suelos de vocación forestal.

IV. Serie Río Piedras (Rp): Se sitúan en terrenos escarpados con pendientes de hasta el 70% con una altitud de entre 250 y 1.100 m.s.n.m. Presentan una pedregosidad escasa a moderada en la superficie. También son fácilmente erosionables. Taxonómicamente son Ustic Humitropepts.

La serie Río Piedras presenta fertilidad moderada con pH fuertemente ácido y capacidad de intercambio catiónico media. El contenido de materia orgánica es medio, el fósforo es alto, el calcio medio y los contenidos de magnesio y potasio son bajos.

V. Serie Gallito (Ga): Presentan una cubierta vegetal más espesa generalmente formada por guamil. Son suelos profundos, bien drenados, con texturas franco-arenosas en la capa superficial y franco arcillosas en la inferior. La estructura es granular fina, débil. El paisaje es un relieve quebrado a escarpado con pendientes entre el 40 y el 70%, con una altitud entre los 1.200 y los 1.400 m.s.n.m. En algunas zonas aparece pedregosidad escasa y en otros casos se dan afloramientos rocosos.

Se puede decir entonces que los suelos de esta serie presentan fertilidad de baja a moderada, pH muy ácido y altos contenidos de materia orgánica. Los contenidos de calcio, magnesio, fósforo y potasio son bajos, la saturación de bases es baja y la capacidad de intercambio catiónico es media a alta, lo que hace que estos suelos tengan una fertilidad natural baja.

VI. Serie Cerro Azul (Ca): Los suelos de esta asociación se han desarrollado a partir de materiales metamórficos, principalmente esquistos grafiticos y gneis. Son muy superficiales, encontrándose la roca madre en algunos casos a menos de 50 cm. Están bien drenados, presentan texturas franco arenosas en todo el perfil y los colores varían de pardo a pardo oscuro. La pedregosidad en la superficie es abundante. El paisaje en el que se encuentran estos suelos se encuentra entre los 200 y 500 m.s.n.m. dentro de un relieve con pendientes entre el 60 y 80%. Son comunes las áreas pertenecientes a esta serie que presentan fuerte erosión laminar y en surcos. Son suelos altamente erosionables. Taxonómicamente es un Lithic Ustorthent.

La fertilidad de esta serie es moderada con pH muy ácido. El contenido en materia orgánica es medio, la capacidad de intercambio catiónico es media es alta en la capa superficial y media en la inferior. La saturación de bases es baja y los contenidos de calcio, magnesio y fósforo son medios y los de potasio son bajos.

VII. Serie Cusuco (Cu): Esta agrupación comprende el área que engloba el Parque Nacional del Cusuco. Se caracterizan por ser suelos profundos, bien drenados, cubiertos por vegetación de coníferas y bosque latifoliado y son altamente erosionables. La textura es franco-arenosa en la capa superficial, cubierta a su vez por otra capa de material vegetal sin descomponer de unos 13 cm. En las capas inferiores presenta textura franco-arcillosa. La estructura es granular fina, débil. Los colores varían entre el pardo muy oscuro y el pardo amarillento oscuro. El paisaje en el que se encuentran se sitúa entre los 1.200 y los 1.900 m.s.n.m. con pendientes que oscilan entre el 60 y 80%. Los colores varían entre el pardo muy oscuro y el pardo amarillento oscuro. Taxonómicamente es un Udit Tropohumults.

La serie Cusuco presenta una fertilidad potencial alta, valores de pH muy ácidos, alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación de bases. Los contenidos de materia orgánica son muy altos, los de calcio, magnesio, fósforo y potasio son bajos.

Estos suelos están cubiertos por vegetación densa. Por tanto la erosión en ellos es prácticamente nula. Aún así, dadas sus condiciones de pendiente y textura son altamente erosionables si dicha cubierta se eliminara.

VIII. Serie Colorado (Col): Suelos desarrollados a partir de materiales metamórficos. Son suelos bien drenados con texturas franco arenosas en todo el perfil. Se presenta grava fina y media por todo el perfil y la pedregosidad en la superficie es escasa. Los colores varían de negro a gris muy oscuro. Se ubican entre los 200 y los 700 m.s.n.m. con un relieve escarpado de pendientes entre el 50% y 60%. Taxonómicamente son Lithic Ustorthents.

Los suelos de la serie Colorado presentan fertilidad moderada. La acidez de los suelos es elevada, la capacidad el intercambio catiónico es de media a alta y la saturación de bases, alta. El contenido de materia orgánica es alto en la capa superficial y baja en la capa inferior. El contenido de fósforo es bajo y los de magnesio, potasio y calcio son medios.

Por sus estructuras livianas y las fuertes pendientes en las que se desarrollan, son suelos muy susceptibles a la erosión.

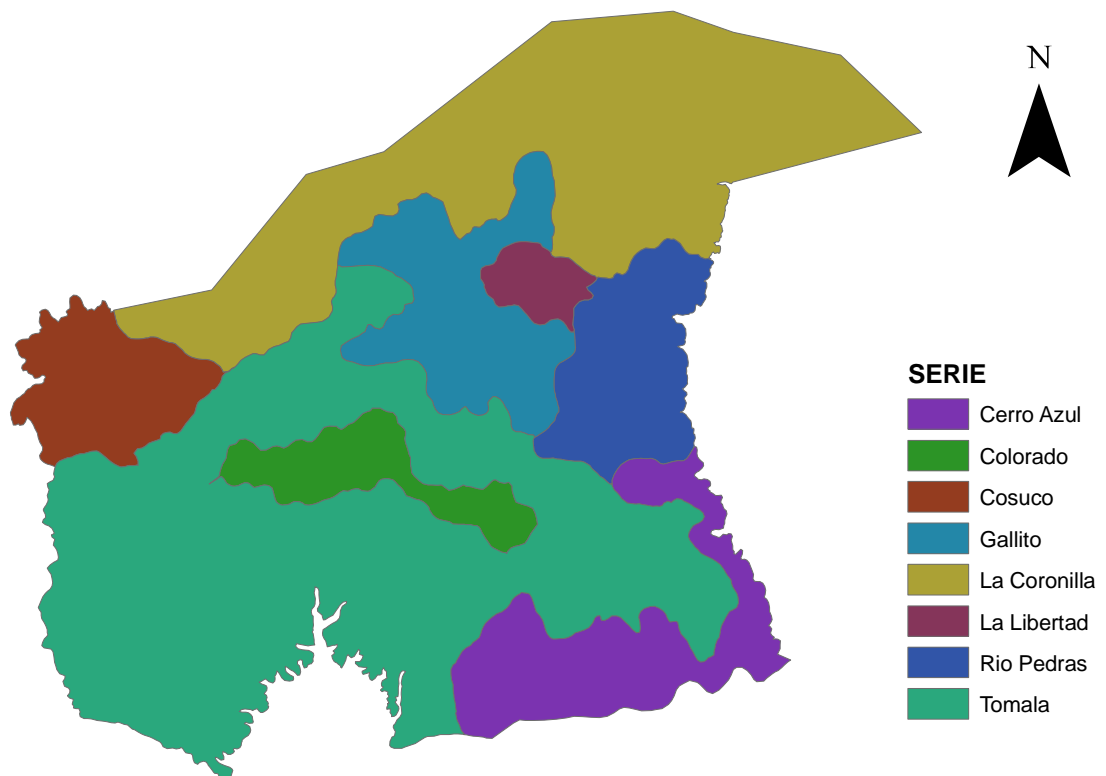


Figura 3.6: Mapa de las series de suelos en la Zona de Reserva del Merendón

Después de definir las series de suelos que se dan en la zona, el estudio sobre geología y suelos procede a clasificarlos en función de su capacidad de uso utilizando los criterios del manual n° 210 del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de las EEUU. Este sistema comprende tres niveles de clasificación: Clase, Subclase y Unidad (Tabla 3.1).

El nivel Clase de capacidad de uso agrupa los suelos de acuerdo a sus limitaciones y riesgos de daño para el suelo. El segundo nivel es el de Subclase de capacidad de uso y diferencia los riesgos y limitaciones dentro de cada clase.

Todos los suelos estudiados dentro de la Reserva del Merendón se engloban dentro de la **Clase 7**. Este nivel es el de suelos que poseen limitaciones muy severas, que los hacen inapropiados para cultivos. Por tanto, su uso debe estar dirigido a bosques y vida silvestre.

Por otro lado se establecen tres subclases para la zona de estudio:

d- Exceso de agua: es decir suelos pobremente drenados, con capa de agua superficial o inundados.

s- Limitaciones en la zona radicular: Dentro de esta subclase se incluyen suelos que ofrecen inconvenientes tales como piedras en abundancia, baja capacidad de retención de humedad, fertilidad baja o problemas de salinidad o de sodio.

t- Limitaciones por topografía: Se usa para identificar problemas de relieve y pendiente que hace a los suelos susceptibles a la erosión o difíciles de adecuar.

Nombre de la unidad	Símbolo	Clase agrológica	Subclase agrológica	Clasificación taxonómica	Área (ha)
TOMALÁ	Ta	VII	t	TYPIC TROHUMULT	15879,2
LA CORONILLA	Lc	VII	std	TYPIC USTORTHENT	10256,7
LA LIBERTAD	Li	VII	st	UDIC USTROCHREPT	624,3
RÍO PIEDRAS	Rp	VII	t	USTIC HUMITROPEPT	2597,6
GALLITO	Ga	VII	t	TYPIC HAPLCHAMULTS	3265,3
CERRO AZUL	Ca	VII	st	LITHIC USTORTHENT	3408,9
CUSUCO	Cu	VII	T	UDIC TROPOHUMULTS	2186,5
COLORADO	Co	VII	st	LITHIC USTORTHENT	1604,9
					39823,5

Tabla 3.1: Series de suelos de la Zona de Reserva del Merendón según la clasificación americana

Por último, se propone una serie de recomendaciones de manejo:

Según la clasificación de suelos por su capacidad de uso, todas las unidades se encuentran dentro de la Clase 7, suelos de vocación forestal. Sin embargo, dados los usos y aprovechamientos tradicionales, es posible la agricultura con sistemas sostenibles de producción como son los sistemas agroforestales, es decir con las prácticas adecuadas de conservación de suelos.

En muchas áreas se mantiene una cubierta arbórea permanente con cultivos de café. Estos usos del suelo se consideran adaptados a las condiciones de suelo y topografía y no entran en conflicto con otros, como la producción de agua o la protección del suelo si se manejan de la manera adecuada.

Para las áreas destinadas a la agricultura se recomiendan prácticas rigurosas de conservación de suelos tales como acequias de ladera, barreras vivas y muertas, terrazas individuales, etc.

En cuanto a la topografía de la Reserva, se puede calificar de montañosa, llegando a ser escarpada en amplias zonas. Las pendientes superan el 30% en muchos casos, como puede verse en la siguiente figura.

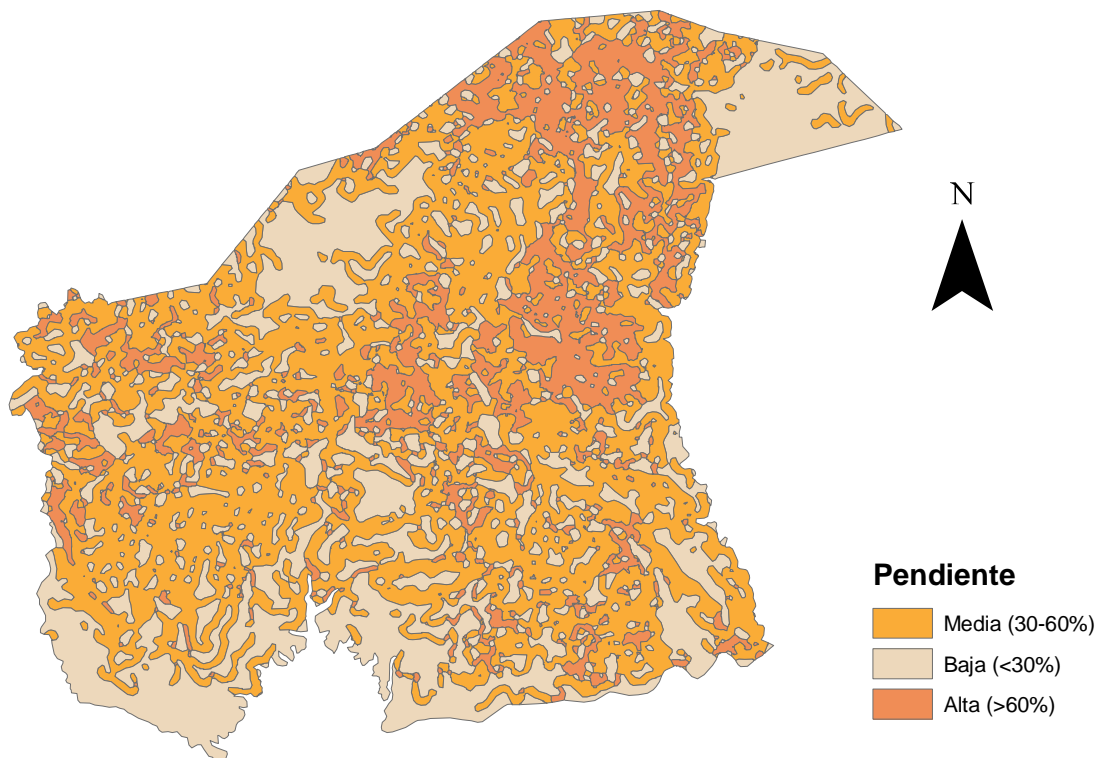


Figura 3.7: Mapa de pendientes de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: De la Rúa, 2006)

Respecto a la erosión hídrica, existe un estado de erosión clasificado como alto, lo que indica un intenso morfodinamismo existente en el que influyen factores antrópicos. Esta erosión es favorecida por las altas pendientes del terreno, grandes potenciales energéticos, poca cobertura vegetal, alta intensidad de las precipitaciones, escurrimiento superficial fuerte, limitantes del suelo, y la acción del sol y del viento sobre el suelo desnudo.

Los deslizamientos son riesgos naturales a los que es vulnerable esta zona y que están íntimamente relacionados con las características geológicas de la región. Los deslizamientos se producen en laderas inestables por la meteorización; su ocurrencia está relacionada con intensas lluvias de duración prolongada. Cuando estas avalanchas son de magnitudes considerables se convierten en un factor de riesgo para los habitantes de esta cuenca (Castañeda, 2003).



Figura 3.8: Deslizamiento producido durante el huracán Mitch, próximo a la comunidad de Las Cruces

En cuanto a la actividad sísmica, por estar la zona de reserva asentada en una depresión tectónica, constituye un área con riesgos a terremotos, los cuales, de acuerdo con la experiencia y la literatura, tienen un periodo de retorno de 20-25 años. El Instituto Geográfico Nacional, en su mapa hidrogeológico, señala las fallas que afectan el Valle de Sula, entre las que se encuentran Jocotán, Chamelecón, Motagua y una pequeña falla dentro de la zona urbana de San Pedro Sula.

Hidrología

Dentro de la Zona de Reserva del Merendón hay presentes nueve cuencas hidrográficas: las de los ríos Chamelecón, Chachaguala, El Mogote, Frío, Manchaguala, Naco, Piedras, Santa Ana y Zapotal-Armenta. A su vez hay 53 subcuencas y 213 microcuencas.

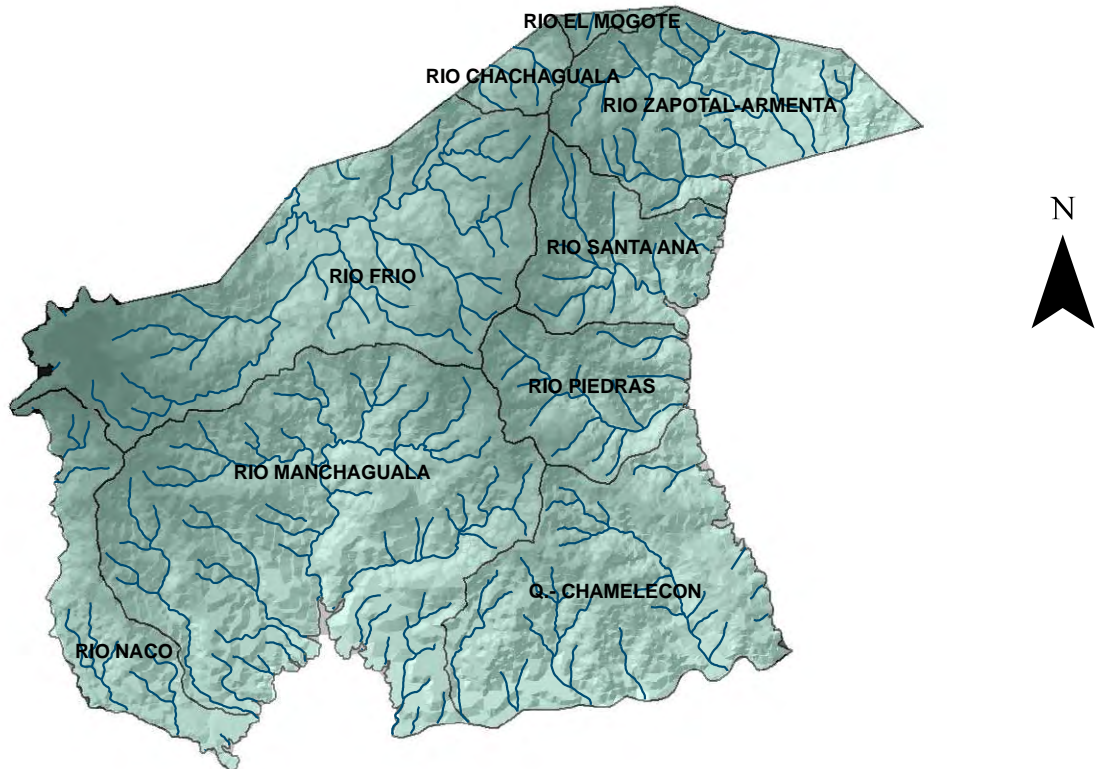


Figura 3.9: Mapa de la red hidrográfica de la Zona de Reserva del Merendón

Al ser la topografía en general muy montañosa, llegando a escarpada en amplias zonas (las pendientes no suelen ser inferiores al 20-30%), los ríos han de salvar fuertes desniveles de más de 2.000 metros en pocos kilómetros. Esta situación genera en muchas ocasiones un régimen torrencial, con caudales muy grandes cuando caen fuertes lluvias con alto poder erosivo y una disminución del caudal en las épocas secas.

Se puede decir que el área de estudio posee un drenaje muy rápido y una escasa capacidad de regulación de la precipitación que recibe. Esta situación es desfavorable, sobre todo si hablamos de cuencas productoras de agua. La deforestación y la pérdida de suelo agravan la situación ya que aceleran el paso del agua a través del terreno aumentando la torrencialidad en los ríos, con caudales más erosivos en invierno y escasez de agua más prolongada en verano (De Blas Moncalvillo, 2008). En la siguiente figura podemos apreciar la gran erosión sufrida en los márgenes del río Manchaguala.



Figura 3.10: Erosión en los márgenes del río Manchaguala

Vegetación y usos de suelo

A continuación, siguiendo los criterios establecidos por DIMA (1993), analizamos los diferentes sistemas de clasificación de la vegetación que utilizados a lo largo del tiempo en la Zona de Reserva del Merendón. Se propone la adopción del sistema de clasificación de tipos climático-estructurales para el estudio de la vegetación en este proyecto.

En los cuadros presentados a continuación, se recogen las distintas maneras de clasificar los ecosistemas vegetales. En cada uno de los casos, se han establecido similitudes con la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, muy utilizada en toda Latinoamérica.

El primer cuadro está basado en la clasificación propuesta por Nelson (1986).

HÁBITATS SEGÚN C. NELSON	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	ALTURA (msnm)	ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE
Bosque lluvioso tropical bajo	> 24°	>2000	0-750	Bosque húmedo tropical
Bosque deciduo tropical	> 24°	1000-2000		Bosque seco tropical
Bosque nublado	12°-18°	1000-2000	1350-2300	Bosque húmedo montano bajo
Asociación-ocotal-roble	18°-24°	1000-2000	600-1800	Bosque húmedo subtropical

Tabla 3.2: Clasificación de los ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón según Nelson

Para el segundo cuadro, tomamos la clasificación propuesta por JICA (1993). En este estudio se transcribe una clasificación de Wilson y Mayer, según la cual existen nueve formaciones forestales en Honduras, de las cuales tres, estarían más o menos representadas en la zona de estudio.

HÁBITATS SEGÚN WILLSON Y MAYER	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm.)	ALTURA (msnm)	ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE
Bosque seco tropical	> 24°	1000-2000	0-600	Bosque seco tropical
Bosque húmedo tropical	18°-24°	2000-4000	600-1500	Bosque muy húmedo tropical
Bosque humectado de montaña baja	12°-18°	1000-2000	1500-2700	Bosque húmedo montano bajo

Tabla 3.3: Clasificación de los ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón según Willson y Mayer

Siempre que se ha intentado hacer un estudio sobre la vegetación en esta zona, nos hemos encontrado con un gran inconveniente, la falta de registros pluviométricos y termométricos. La estación meteorológica más cercana es la del aeropuerto de la Mesa en San Pedro Sula. Su situación en plena llanura aluvial de Valle de Sula presenta una situación muy diferente a la de la montaña del Merendón. Desconociendo los gradientes de temperatura y de precipitación, y siendo tan importante el efecto orográfico en el régimen de precipitaciones, consideramos que no pueden utilizarse los datos de esta estación para los fines de este estudio. Los datos disponibles en la actualidad no tienen mucha fiabilidad, ya que la serie de años de estos datos no es suficientemente larga en el tiempo.

Es por esta causa por la que se planteó una clasificación más simple y menos rigurosa en la aplicación de parámetros climáticos, aunque lógicamente, se basa en ellos en último término. Esta clasificación en tipos climático-estructurales adaptada del *Mapa Forestal de España* de Ruiz de la Torre, parte entonces de la observación cuidadosa de las comunidades vegetales, de sus caracteres fisionómicos y fisiológicos de fácil identificación.

Además, no necesariamente hay que estudiar las etapas más evolucionadas en la sucesión vegetal, pues etapas de regresión también pueden presentar similares atributos (forma de las hojas, heliofilia, higrofilia...). Los tres tipos que se definen pueden corresponder a varias etapas sucesionales, ya sea de bosque primario, secundario o matorral.

TIPOS CLIMÁTICO-ESTRUCTURAL	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	ALTURA (msnm)	ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE
Subesclerófilo	> 24° 18°-24°	1000-2000	0-600 600-1400	Bosque seco tropical Bosque húmedo subtropical
Latifoliado	18°-24°	1000-2000 2000-4000	0-600 600-1500	Bosque húmedo subtropical Bosque muy húmedo subtropical
Latifoliado de altura	12°-18°	1000-2000 2000-4000	1500-2300	Bosque húmedo montano bajo Bosque muy húmedo montano bajo

Tabla 3.4: Tipos climático-estructurales de Ruiz de la Torre y su comparación con las Zonas de Vida de Holdridge

Dentro de la cuenca existe una gran variedad vegetal. Esto se debe en principio a la gran variación de rangos de altitud que se produce dentro su relativamente pequeña extensión; esta situación provoca grandes diferencias de temperatura media y precipitaciones entre las partes bajas y las altas dentro de la zona de estudio. Si sumamos esta situación a la alta diversidad de especies vegetales que se dan en estas latitudes y a la gran competencia que existe entre ellas obtenemos como resultado un importante mosaico de comunidades vegetales. Por esta razón, se clasifican los ecosistemas en estos tres tipos climático-estructurales (DIMA, 1993):

I. Tipo Subesclerófilo: Responde a localizaciones de pie de monte y laderas hasta una altura de 1.400 m.s.n.m. La vegetación está condicionada por un clima tropical seco, con temperaturas medias anuales superiores a 24° C en las partes más bajas y entre los 18° C y 24° C en las más elevadas. Las precipitaciones se encuentran entre 1.000 y 2.000 mm, y es característico un periodo de sequía estival de unos tres meses de duración.

Los suelos sobre los que se establece son de baja fertilidad, ácidos a muy ácidos, muy lavados y con texturas generalmente francas o arenosas.

Por estas causas, dominan por tanto estructuras vegetales con hojas adaptadas al periodo seco, ya sean con forma acicular o plana. Estas hojas se caracterizan por ser más o menos gruesas, capaces de ejercer un control estomático muy eficaz, con cutículas más o menos coriáceas y con revestimientos o indumentos (cera, pelos, etc.), que las protegen de la desecación. La corteza suele ser gruesa y en el caso de los pinos incluso resistente al fuego. El sotobosque es escaso, unas veces por causas naturales, pero sobre todo por causas antrópicas como las quemaduras periódicas o el pastoreo. En bastantes casos existe matorral medio o alto formado por especies del género *Quercus* con acompañamiento de helechos.

La comunidad vegetal más frecuente dentro de este tipo son los bosques marcescentes o semi-caducifolios representados principalmente por especies del género *Quercus* (*Quercus skinneri* Benth.), *Pinus* (*Pinus caribaea* Morelet., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.) y *Liquidambar* (*Liquidambar styraciflua* Linn.) y con acompañamiento, en las mejores localizaciones, de un gran número de especies de bosque latifoliado. En la actualidad, estos territorios están sometidos a diversos procesos de degradación o bien han sido ocupados por la ganadería o la agricultura migratoria. Por la extracción de leñas y el uso continuado del fuego, gran parte del territorio de este tipo está dominado por masas de pinar.

A causa de la textura franca o arenosa, la elevada pendiente y la alta precipitación que reciben, estos suelos se pierden con relativa facilidad cuando se les elimina la cobertura original. En su lugar, se instalan asociaciones de matorral colonizador de mediana densidad y capaz de soportar duras condiciones de insolación y temperatura. Para uso agrícola y ganadero, este matorral se quema periódicamente con la consiguiente pérdida de fertilidad. Las últimas etapas de degradación nos llevan a un pastizal bajo, estacional y con suelos muy pobres, con escasa capacidad de retención de agua y, en ocasiones, un semidesierto con suelos esqueléticos compactados por el sobrepastoreo.

Para la recuperación del bosque original en estas áreas es necesaria previamente la restauración de los suelos capaces de mantener estos bosques, tarea que puede llevar muchos años. Mientras esto suceda, el territorio es ocupado por comunidades bastante estables de pinar (*Pinus oocarpa*). Con el tiempo y con la desaparición de los incendios se darán condiciones para que vayan entrando otras especies, principalmente encinas y robles, y con ello alcancen etapas más avanzadas en la sucesión vegetal.

Este tipo de vegetación es casi inexistente en esta cuenca, mezclándose en algunas ocasiones con el bosque latifoliado y formando el denominado bosque mixto.

II. Tipo latifoliado: Se caracteriza por cubiertas vegetales bastante ricas, con gran cantidad de estratos y un elevado número de especies, estando bien representadas diversas familias. En estas localidades con clima tropical húmedo, se registra una alta precipitación, superior a los 2.000 mm y la temperatura es cálida durante todo el año, (temperatura media entre los 18° y los 24° C). Estos bosques suben desde las partes bajas hasta los 1.500 m.s.n.m., produciéndose cambios de unas especies por otras a medida que ganamos altitud.

El periodo seco limita menos a la vegetación gracias a la topografía. La humedad climática no es limitante durante la estación seca por la humedad edáfica. Por un lado, en los casos de vaguada se mantienen los suelos húmedos todo el año y por otro lado, la exposición de las laderas hacia el Este permite la intercepción y condensación del agua que transportan los vientos que provienen del atlántico.

La vegetación de caracteriza por tener hojas anchas, de tipo lauroide, simples o compuestas, más higrófilas y finas que las del tipo anterior, es decir están menos preparadas para la desecación. Presentan cortezas más lisas y sin sistemas de protección ante la desecación. Los fustes son rectos y elevados, en ocasiones presentan gambas en la parte inferior como medida de sujeción. En los estratos inferiores, encontramos gran cantidad de palmas y lianas y es muy escasa la luz que llega finalmente al suelo. En este tipo de comunidades entran a formar parte de estos bosques, con frecuencia, especies semi-decíduas como la ceiba (*Ceiba pentrandia* (Linn) Gaertn.) o el laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken.). Pero las más frecuentes son el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* Linn.), el pino (*Pinus caribaea* Morelet., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.), *Clusia massoniana* Lundell., *Oreopanax steyermarkii* A.C.Smith, *Chamaedorea costaricana* Oerst. y *Miconia minutiflora* (Bonpl) DC.

En las figuras 3.11 y 3.12 distinguimos dos de las especies más significativas del bosque latifoliado en la Zona de Reserva del Merendón: la ceiba (*Ceiba pentrandia*) en la cual podemos apreciar la coloración rojiza de sus hojas al final de la estación húmeda, y el indio desnudo (*Bursera simaruba*), con su característica corteza rojiza ferruginosa.



Figura 3.11: *Ceiba pentrandia*

Figura 3.12: *Bursera simaruba*

Si se corta el bosque maduro aparecen y se incorporan a la masa algunas especies de matorral colonizador, que conviven con aquellas especies del bosque original que hayan sido capaces de rebrotar, aún estando a plena luz. Ello dependerá de la existencia de renuevos procedentes de la raíz o de semillas que procedan de las cercanías. En cualquiera de los casos, si se repiten las acciones de deforestación la masa se empobrece en número de especies y el espacio se ocupa por un matorral muy espeso (localmente denominado guatal) y acompañado a veces por un pastizal alto.

De perdurar los procesos de degradación, por agricultura migratoria o ganadería, la regresión vegetal nos lleva a situaciones de matorral medio (guamil) o pastizal alto y denso (zacatales de diversos tipos).

Por el contrario, para la restauración de la vegetación desde situaciones de matorral o pastizal, deberían desaparecer primero los efectos que causaron la deforestación y en segundo término, y no habiéndose degradado el suelo, deberían darse las condiciones, de forma natural o artificial, para que las semillas entraran de nuevo en el área.

III. Tipo latifoliado de altura: Por encima de los 1.500 m.s.n.m. las condiciones de precipitación y temperatura varían de manera sustancial. Por supuesto, que no es un cambio drástico, sino que conforme ganamos altura se producen cambios de manera continua y gradual. El clima es templado con precipitaciones superiores a los 2.000 mm, si tenemos en cuenta las precipitaciones verticales y las horizontales producidas por la condensación e intercepción del agua procedente de los vientos cargados de humedad. Las temperaturas son más bajas que en los casos anteriores, entre 12° C y 18° C de media anual.

Son tan importantes los factores de intercepción y condensación sobre las hojas de minúsculas gotas de agua, que llega a caracterizar a estos bosques como “Bosques nublados”.

Las estructuras típicas son también laurisilvas, bosques densos formados por árboles de diversas familias, con hojas lauroides, brillantes, más pequeñas y algo coriáceas. Las epífitas son muy abundantes (sobre todo en la familia *Bromeliaceae*) así como musgos y líquenes, que en ocasiones llegan a cubrir todas las superficies disponibles.

Una de las comunidades de mayor valor estético y productor de agua son los bosques de mangle de montaña. Se encuentran por encima de los 2.000 m.s.n.m. y se caracterizan por árboles de fustes retorcidos asociados con gran cantidad de lianas, musgos y líquenes. La materia orgánica se descompone muy lentamente en estas formaciones, lo que llega a ocasionar colchones de hojas y ramas que se acumulan en el suelo.

En las zonas de las cumbres la vegetación se ve sometida a grandes variaciones de temperatura y humedad, ya sea por la alternancia frío-calor o humedad-sequía. En estas condiciones mucho más severas, la vegetación que encontramos es un matorral muy denso con alturas entre 50 cm y 3 m, y acompañado por gran cantidad de helechos. Hasta aquí, también son capaces de subir especies de estratos inferiores, aunque se mantengan con altura de matorral.

Estas comunidades, verdaderas islas en cuanto a su localización, no han sido suficientemente estudiadas y por su situación de relictos, fácilmente pudieran contener alguna especie endémica.

Otro método de clasificación de los ecosistemas de la Zona de Reserva del Merendón, es la propuesta del *Mapa de Ecosistema Vegetales de Honduras de 2002*, que muestra los ecosistemas vegetales del territorio hondureño basado en la *Clasificación Fisionómica - Ecológica de las Formaciones Vegetales de la Tierra* adoptada en 1973 por la UNESCO y denominada *Clasificación UNESCO*. Tiene en consideración varios parámetros como los pisos altitudinales y la estacionalidad y se basa en el análisis de imágenes de satélite. La siguiente figura ha sido cedida por Aguas de San Pedro.

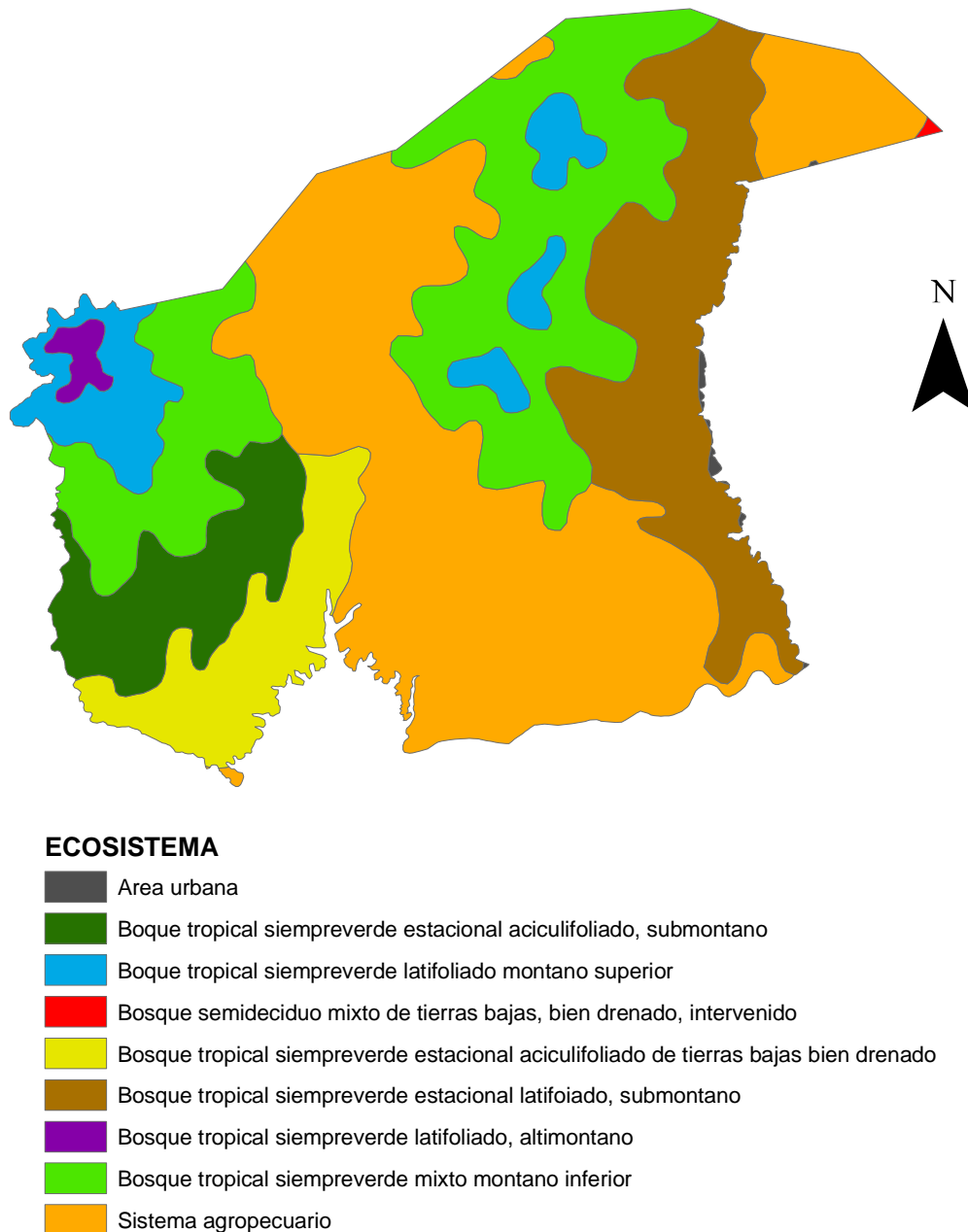


Figura 3.13: Mapa de ecosistemas vegetales de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro)

No vamos a extendernos más en este apartado con la situación de los usos de suelo en el Merendón, ya que al tratar el estudio la evolución en el uso del suelo en la reserva, entraremos con mucho más detalle en la descripción de cada uso y el área ocupada por cada uno de ellos en el intervalo de tiempo estudiado, en los capítulos 4 y 5 de este proyecto.

Fauna

Podemos distinguir dos núcleos donde se concentra la fauna silvestre dentro de la reserva:

1.- Por extensión y número de especies identificadas, el área de mayor importancia es una unidad formada por las cuencas de los ríos Piedras, Santa Ana, Zapotal-Armenta, los cuales limitan con la cuenca del río Frío. Esta unidad se conoce con el nombre *BIOTOPO DEL DANTO*. Con esta denominación se agrupa en un mismo concepto a las características ecológicas que reúne el área y que hacen que aún persistan una serie de comunidades faunísticas entre las cuales destaca la singularidad del danto (*Tapirus bairdii*); especie que se encuentra en peligro de extinción, tanto por la caza de que ha sido objeto, como por la desaparición de sus hábitats naturales.

En este área, dentro de la cuenca, encontramos una amplia diversidad de ecosistemas como son: sucesiones secundarias de bosque latifoliado, bosque latifoliado, bosque latifoliado de altura (bosque nublado), asociaciones mixtas de pinar y bosque latifoliado, matorrales y bosque en regeneración.

2.- La segunda unidad con importancia en esta cuenca, es el Parque Nacional Cusuco, tanto por su extensión actual como por el número de especies encontradas y el rango altitudinal que ocupa. Esta unidad tiene la denominación de *BIOTOPO DEL QUETZAL*.

El Parque Nacional Cusuco tiene como principal característica su rango altitudinal por encima de los 1.800 m.s.n.m. hasta la cumbre Jilenco a los 2.242 m.s.n.m., lo cual supone unas condiciones climáticas muy peculiares que promueven la existencia de endemismos y ecosistemas singulares, principalmente bosques latifoliados de altura (bosques nublados), también bosques latifoliados y pinar, tanto en formaciones puras como mixtas en distintas proporciones. En términos florísticos y faunísticos, puede interpretarse el Parque Nacional Cusuco como una isla, dado que las condiciones de vida que se dan aquí desaparecen a su alrededor por un simple descenso de altitud, que supone variaciones en el clima, al cual están íntimamente ligados flora y fauna.

En el Parque Nacional Cusuco, se dan todas las condiciones para que sea un área muy apreciada por las aves, y entre ellas puede destacarse por su belleza y singularidad el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), especie que nidifica en el Parque y otras zonas adyacentes.

En el resto de la reserva, la fauna está en franca regresión por la expansión de las áreas agrícolas y por la caza de la que es objeto. Muchas de las especies han desaparecido y otras se mantienen en niveles muy reducidos en las escasas manchas que aún preservan vegetación natural. Estas áreas pueden ser consideradas como los últimos refugios de la fauna silvestre.

También es importante la identificación de corredores biológicos de las especies, es decir, lugares de tránsito por los que las especies se desplazan de unas áreas a otras. Dentro de la reserva se han identificado dos corredores:

- El primero de ellos transcurre por las partes altas, a lo largo del norte de la cuenca del río Frío. Este corredor enlaza las cuencas del río Piedras, río Santa Ana y río Zapotal con el núcleo del Parque Nacional del Cusuco, a través de los cerros El Mogote, Quiebra Botija, Guanales, El Remolino y La Fortuna.

- El segundo de los corredores es la divisoria de aguas entre la cuenca del río Frío y la del río Manchaguala. Este límite geográfico entre cuencas mantiene una altura entorno a los 1.000 m.s.n.m., y aunque es un área mucho más poblada que la anterior, todavía mantiene bastantes manchas de vegetación arbórea que pueden servir de apoyo a la fauna que se desplaza.

Respecto a los trabajos publicados sobre este área, hay que destacar por su alta calidad, el Informe de Evaluación Ambiental Preliminar realizado por JICA (1994). En este trabajo se encuentran listas muy completas sobre las especies de fauna silvestre que se presentan en el área y están clasificadas por niveles altitudinales y hábitats naturales.

Dentro de los resultados de este estudio fueron identificadas un total de 421 especies: 27 especies de anfibios, 54 especies de reptiles, 266 especies de aves y 74 especies de mamíferos.

Las listas citadas incluyen un total de 25 especies en peligro de extinción según la convención CITES, y de ellas, cuatro especies de aves y 12 especies de mamíferos, se encuentran, según el citado estudio, en este área.

Estudios más recientes llevados a cabo por la Empresa Hidroeléctrica Cuyamel en 2006 y por el grupo inglés Operación Wallacea en 2008 de la fauna de la Zona de Reserva del Merendón y del Parque Nacional Cusuco, han encontrado un número más reducido de especies que exponemos en el Anexo II del presente documento.

3.1.4 Situación y análisis socio-económico

En primer lugar, antes de empezar con el análisis socio-económico de la Zona de Reserva del Merendón, hay que señalar que los datos presentados a continuación son orientativos, debido a la dificultad de realizar censos y encuestas en esta zona. También hay que señalar que no se disponen datos de todas las comunidades.

Hemos utilizado la información cedida por Aguas de San Pedro en la realización de encuestas en 2008 para la redacción del *Plan de Manejo de la Zona de Reserva del Merendón*, y del censo realizado en 2001 por el Instituto Nacional de Estadística del Gobierno de Honduras (INE).

Demografía

La población existente en el Merendón vive principalmente en comunidades. Se denomina comunidad a un grupo o conjunto de personas que comparten elementos en común, en este caso, comparten una misma ubicación geográfica dentro de la reserva. En estas comunidades, las viviendas pueden estar concentradas en una superficie de terreno más o menos dispersa, en función de la orografía del terreno.

Dentro de la Reserva se encuentran ubicadas 64 comunidades y 8 colonias del área peri urbana, en el siguiente cuadro se detallan las comunidades y la población actual, separando hombres y mujeres, se estima que dentro de la zona de reserva hay una población próxima a las 36.000 personas, 8.000 el área rural y 28.000 en el área peri-urbana (Tablas 3.5 y 3.6).

Comunidades / Cuenca	Viviendas	Hombres	Mujeres	Población Total
RÍO PIEDRAS				
Peña Blanca	62	87	91	178
Santa Ana	45	53	62	115
Santa Ana Norte (Colonia)	101	142	148	290
SANTA ANA				
El Zapotal	974	1,368	1,424	2 792
Gracias a Dios (Colonia)	345	484	504	988
Juan Lindo (Colonia)	Sin encuestar			
Miramelinda	721	1 012	1 054	2 066
ZAPOTAL-ARMENTA				
Armenta	1 002	1 407	1 465	2 872
Corrientes (Censo INE 2001)	6	9	9	18
El Retiro	50	70	73	143
EL PALMAR – CHAMELECÓN				
Nueva Primavera (Colonia)	312	438	456	894
Vieja Primavera (Colonia)	121	170	177	347
El Palmar	37	57	72	129
La Cumbre	203	216	214	430
El Zapotal Sur	31	45	34	79
Rodas Alvarado (Colonia)	218	306	319	625
El Corbano (Censo INE 2001)	18	43	34	77
Suazo Córdoba (Colonia)	296	416	433	849
Vieja Primavera II Etapa (Col.)	94	132	137	269
Peñitas Abajo	49	51	59	110
Lempira No.1	Sin Encuestar			
Lempira No.2	288	404	421	825
Lempira No.3	588	826	860	1 686
La Fortaleza	391	549	572	1 121
Pita Abajo	58	132	113	245
La Flecha	32	42	51	93
Casa Quemada	921	1 293	1 347	2 640
San Jorge	334	469	488	957
San Jorge Asentamiento	683	959	999	1 958
San Lorenzo	133	187	194	381
24 de abril	1 256	1 764	1 836	3 600
Casa Quemada-24 de abril	1	1	1	2
La Unión	38	53	56	109
Calpules	32	38	38	76
RIO MANCHAGUALA				
La Victoria	491	701	727	1,427
Gracias a Dios	Sin encuestar			
Calamares	43	88	90	178
TOTAL	9 974	14 012	14 558	28 570

Tabla 3.5: Población del área peri-urbana de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro, 2008)

Comunidades / Microcuenca	Viviendas	Hombres	Mujeres	Población Total
RIO FRIO				
Laguna de Tembladero (El Gallito)	64	171	183	354
La Unión de Río Frío	54	114	129	243
La Virtud	83	175	198	373
Las Flores de Río Frío	43	91	103	194
Las Neblinas de Miramar	47	99	112	211
Las Vegas de Río Frío	41	87	98	185
Santa Marta	105	222	251	473
Tomalá	121	255	289	544
Santa Teresa	57	120	136	256
El Remolino	30	63	72	135
Nuevo Edén	49	103	117	220
Naranjito	59	124	141	265
Brisas del Merendón	50	46	57	103
RIO EL PALMAR-CHAMELECON				
Berlín No.1	29	56	60	116
Berlín No. 2	26	60	47	107
El Perú	53	112	127	239
Peñitas Arriba	89	188	213	401
Pita Arriba	72	152	172	324
San Antonio del Perú	95	200	227	427
RIO MANCHAGUALA				
Buena Vista	89	74	107	181
Buenos Aires	115	176	195	371
Mayen	47	59	70	129
Gracias a Dios	13	27	31	58
Guadalupe de Bañaderos	69	146	165	311
Laguna de Bañaderos	61	129	146	275
Las Cruces No.1	34	72	81	153
Monte Alegre	32	68	76	144
San Antonio del Merendón	22	46	53	99
San José de Manchaguala	46	97	110	207
Santa Elena Viejo	70	148	167	315
Las Juntas	37	78	88	166
Las Cruces No.2	20	42	48	90
Nueva Santa Elena	35	74	84	158
La Libertad	13	27	31	58
Los Ladrillos	15	32	36	68
La Montañita	30	63	72	135
Colorado	8	21	19	40
TOTAL	1 923	3 817	4 311	8 128

Tabla 3.6: Población de la zona rural de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro 2008)

Es importante señalar que la mayoría de los 28.570 habitantes del área periurbana, viven en comunidades y colonias próximas a la carretera pavimentada que bordea la reserva uniendo los núcleos urbanos de Naco, Cofradía, San Pedro Sula y Choloma, es en estos núcleos urbanos (o grandes ciudades como San Pedro Sula) donde realizan su actividad económica sin causar un impacto ambiental tan determinante en la zona de reserva como el que causan los más de 8.000 habitantes del área rural, en su mayor parte, agricultores y ganaderos.

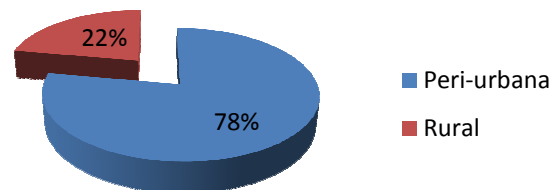


Figura 3.14: Gráfico de la población rural y periurbana del Merendón

Por otro lado, se puede observar que, en general, hay una ligera mayoría de mujeres respecto a hombres en el total de la Zona de Reserva del Merendón: 48,5% de hombres por un 51,5% de mujeres. Esta disparidad es más fuerte en la zona rural (47% de hombres frente a un 53% de mujeres), esto puede ser consecuencia de que muchos de los jóvenes varones emigran del Merendón para buscar trabajo en la ciudad o en otros países, principalmente Estados Unidos.

Respecto a la distribución por edades, la información más reciente disponible es la del Instituto Nacional de Estadística de 2001, de la que exponemos el total de la población por intervalos de edad de las comunidades de ambas zonas (Figura 3.15).

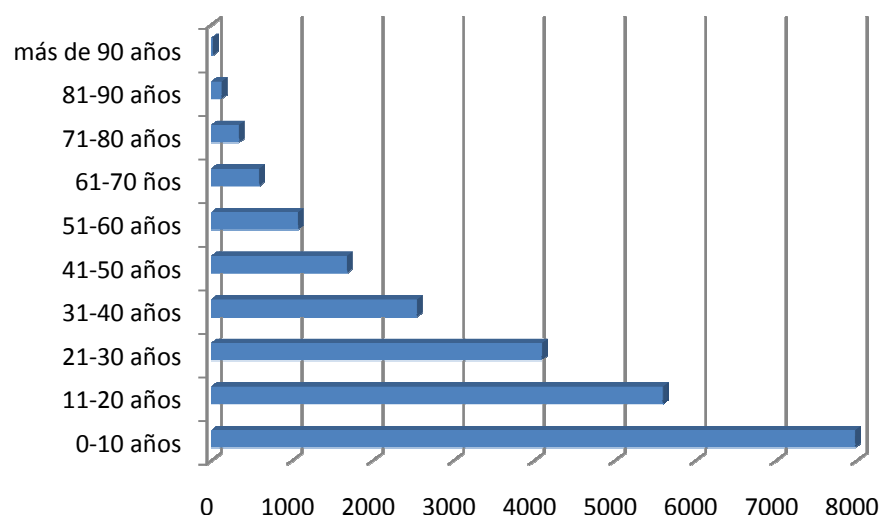


Figura 3.15: Distribución por edades de la población de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Honduras, 2001)

Las comunidades, por lo general, presentan un elevado número de niños, la tasa de reproducción es muy elevada, entre seis y siete hijos por mujer (según las encuestas de Aguas de San Pedro); normalmente, las familias con menos recursos económicos, son las que tienen más hijos. Podemos comprobar que hay una elevada mortalidad en este primer intervalo.

En los dos siguientes intervalos de edad, 11-20 y 21-30 años, se observa un llamativo descenso en el número de personas debido a la mortalidad por las deficiencias en los recursos sanitarios, aunque principalmente se debe a la emigración por parte de los jóvenes en busca de una situación económica más estable, alejados del trabajo de campo. Emigran a ciudades cercanas de mayor población como San Pedro Sula, Cofradía y Naco, a otras poblaciones de Honduras y a otros países, la gran mayoría, a Estados Unidos.

A partir de los 30 años, la población perteneciente a los siguientes intervalos de edad sigue disminuyendo, pero de una manera paulatina, debido a defunciones y en menor porcentaje a la emigración, aunque ésta normalmente se produce entre las comunidades aledañas.

Como se puede observar, la longevidad de estas poblaciones no es muy alta, siendo difícil que se alcancen edades mayores de sesenta y setenta años. Hay que destacar, que estas poblaciones son de culturas y tradiciones muy familiares, donde suelen convivir muchas personas en una misma vivienda, y donde las personas de tercera edad gozan de un gran cuidado y respeto.

Educación

El sistema educativo en Honduras presenta el siguiente esquema: los seis primeros años de estudio se realizan en la escuela, una vez terminado sexto grado, los estudiantes acceden al colegio o centros de educación media, donde estudian tres años más para acceder luego a bachilleratos con una clara orientación profesional o a la universidad.

Según el INE, el 33% de la población del área rural de la reserva es analfabeta. Este analfabetismo predomina en la población de mayor edad, cuyas generaciones no pudieron asistir a la escuela por diferentes causas, principalmente por la inexistencia de escuela y profesores, y por la obligación de ayudar a su familia en diferentes labores y tareas.

En la actualidad, gracias a la colaboración de Cáritas Sampedrana y otras organizaciones no gubernamentales se han podido construir escuelas en todas las comunidades. El problema actual es el insuficiente número de maestros asignados a las comunidades y la desmotivación de éstos por trabajar en áreas tan desfavorecidas, de esto se encarga la Secretaría de Educación del Gobierno de Honduras. Normalmente uno o dos maestros deben atender, los seis grados de la escuela. Las aulas no tienen el espacio suficiente para albergar a todos los niños que acuden a la escuela y el material didáctico es insuficiente.

El número de centros de educación media existentes en la zona rural es mínimo, existiendo sólo dos, en Tomalá y en Gallito. Cáritas Sampedrana también ha construido un colegio en las proximidades de la comunidad de Naranjito de Bañaderos, donde imparten clases con un método educativo diferente importado de Estados Unidos, Educatodos. Por ello muchos niños se ven obligados a abandonar sus estudios a los 12 ó 13 años de edad.

También existen dos centros de educación media en las comunidades de El Perú, el centro San Vicente de Paul, y en Laguna de Tembladeros, el centro educativo Virgen de Suyapa, ambos patrocinados por la parroquia San Vicente de Paul, además de los ya mencionados en la zona rural.

En muchas ocasiones, los alumnos no se encuentran en el curso que deberían cursar en relación a su edad. Esto se debe a que normalmente tienen que interrumpir sus estudios durante uno o varios años para ayudar en diferentes tareas y trabajos para la subsistencia familiar. Otro inconveniente que encuentran los alumnos, es que muchos de ellos, para conseguir llegar a su centro de estudios tienen que andar durante más de una hora, estando los caminos en muy mal estado en la época de lluvias.

Respecto a la zona rural y la zona periurbana en su conjunto, los informes de la Dirección Departamental de Educación de Cortés de 2008, muestran el funcionamiento de los siguientes centros educativos y las matrículas registradas en dichos centros:

	Centros	Alumnos	Niños	Niñas	Maestros
Escuelas	41	2 832	1 440	1 383	77
Centros de educación básica	5	2 074	1 037	1 037	42
Jardines de Niño	7	362	192	170	10

Tabla 3.7: Matrículas y centros educativos en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Dirección Departamental de Educación de Cortés, 2008)

La deserción escolar no es un grave problema en el conjunto del Merendón, se presenta en un 1,61% en el año 2007, debido a las causas mencionadas anteriormente.

Centros de Educación	Matrícula inicial	Matrícula final	Traslados	Deserción	Nuevos Ingresos
Escuelas	4 095	3 988	163	66	122
Jardín de Niños	244	248	7	0	17
Centros de Educación Básica	1 368	1 298	31	26	10
Total	5 707	5 563	201	92	149

Tabla 3.8: Deserción escolar en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Dirección Departamental de Educación de Cortés, 2007)

Salud e higiene

En la zona rural, las únicas comunidades que tienen centro de salud son: Neblinas de Miramar, Santa Marta, El Gallito y Tomalá. Estos centros de salud normalmente han sido construidos con financiación de organismos no dependientes de la Municipalidad. En su mayoría proporcionan una asistencia médica deficiente ya que estos centros no cuentan con el instrumental médico ni el personal necesario para brindar servicios de calidad.

En ocasiones acuden brigadas médicas voluntarias (Club Leonés, Club Rotario, etc.) para atender las necesidades médicas de los pobladores de estas comunidades.

Ante esta situación sanitaria deficiente, los habitantes se ven obligados a desplazarse a San Pedro Sula para recibir atención médica especializada, muchas veces, este desplazamiento resulta imposible o de gran dificultad por falta de dinero o por el pésimo estado de las carreteras en la época de lluvia .

En la zona periurbana, la población acude al Centro de Salud de Cofradía y a los Hospitales de San Pedro Sula (Leonardo Martínez y Mario Catarino Rivas).

Los informes presentados por la Región Metropolitana de Salud de San Pedro Sula, reflejan que las enfermedades más comunes en la zona son: diarrea, disentería y enfermedades respiratorias, de mayor ocurrencia en la población infantil; lo que coincide con la información reflejada en las encuestas realizadas por Aguas de San Pedro.

Respecto al agua, se detectan principalmente dos problemas, la falta de protección de las fuentes de abastecimiento y las malas prácticas agrícolas realizadas junto a estas fuentes de agua que pueden propiciar contaminación por plaguicidas. Otro problema a nivel rural es la inexistencia de sistemas de aguas negras o alcantarillado sanitario, posibilitando así el contagio y dispersión de enfermedades. La falta de alcantarillado sanitario es cubierta parcialmente por letrinas, aunque, como podemos apreciar en la siguiente figura, el diseño del depósito de una letrina tiene huecos que permiten la filtración de aguas negras que contaminan los caudales de esorrentía que cruzan las comunidades, llegando hasta los ríos y quebradas.



Figura 3.16: Depósito de una letrina

En cuanto al tratamiento de residuos y basuras, se observa que no existe ningún proceso de recogida, almacenamiento, ni eliminación o reciclado en ninguna de las comunidades. Esto desmerece el aspecto de las comunidades y de su entorno, en el que se observa una cantidad excesiva de basura de origen doméstico dispersa por los alrededores influyendo negativamente en la salud de sus habitantes. Lo mismo ocurre con los residuos de origen agrícola, los cuales son desaprovechados y arrojados sin más al entorno.



Figura 3.17: Contaminación del río en la comunidad La Primavera

Actividades económicas

El sector agrícola

La ocupación económica principal de los habitantes de la Reserva del Merendón está dirigida a las actividades agrícolas. El cultivo principal es el café aunque debido a su caída de precio, la producción de hortalizas crece cada año. También se cultiva maíz, fríjol, mango, aguacate y otros frutales.

El cultivo del café se realiza mayoritariamente bajo sombra de otras especies. La técnica más extendida es alternar entre las plantas de café árboles como el guamo (*Inga punctata* Willd.), que además de proporcionar sombra permite aprovechar sus ramas como leña.

Otra técnica utilizada, es la plantación de otros árboles de sombra con especies como el madreño (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Standl.), el cincho (*Lonchocarpus heptaphyllus* (Poir.) Kunth), y leguminosas. Son especies muy interesantes para el cultivo bajo sombra, ya que se quedan sin hojas en verano, en la época de floración del café, además de encargarse de la fijación del nitrógeno.



Figura 3.18: Agricultora de Guadalupe de Bañaderos secando los granos de café

Los productores (agricultores) de café, en su gran mayoría, venden sus producciones de café a intermediarios (propietarios de vehículos todoterreno, localmente denominados coyotes). En muy pocas ocasiones venden directamente en las ciudades a las empresas exportadoras. Los intermediarios venden el café a las exportadoras, que son las grandes empresas encargadas de tratar el café para su posterior consumo.

El maíz y el frijol son los dos granos básicos más cultivados en las comunidades del Merendón y casi siempre se cultivan en pequeñas parcelas que normalmente no alcanzan la extensión de una hectárea. Constituyen la principal base alimenticia de la mayoría de las familias de las comunidades, y por eso la mayor parte de la producción se destina al autoconsumo. En el caso de los frijoles, si se ha obtenido una buena cosecha, también se destina una parte de la producción a la venta.

La limitación más importante que presenta este sector es la inexistencia de una herramienta de gestión que organice el territorio. Esta situación de desorden territorial y falta de política agrícola genera que la agricultura migratoria provoque fuertes impactos sobre el medio y no responda completamente a las necesidades de los productores debido a la baja rentabilidad de sus sistemas de manejo.

El transporte y el mal estado de las vías de comunicación es otro de los problemas con los que se enfrentan los agricultores del Merendón. El único medio de transporte de mercancías existente es el proporcionado por los intermediarios. Este medio de transporte es costoso de asumir. Además, el precio en la venta y compra de productos es fijado por ellos, siendo normalmente abusivos para el productor. Esta situación no sólo afecta a la venta de productos, sino también en la compra de insumos, sobre todo fertilizantes. Los fertilizantes orgánicos, como la gallinaza, son más baratos y más beneficiosos para los suelos porque aportan tierra y materia orgánica mejorando su estructura, pero su peso y volumen incrementan su precio de transporte encareciéndolos por encima de los fertilizantes químicos, los cuales aportan nutrientes a las plantas, pero no mejoran las condiciones de infiltración y estructura del suelo.

El sector forestal

Según el reglamento del Decreto 46/90, dentro del Capítulo 3, Sección 3ª, artículo 35: *“Queda terminantemente prohibido la extracción de madera, leña, arbustos, líquenes, musgos, orquídeas, y otras especies en las cuencas, subcuencas y microcuencas productoras de agua”*. Asimismo, el artículo 39 determina que las personas *“autorizadas a residir dentro de la Zona de Reserva tienen la obligación de reforestar y cuidar la zona en la que habitan y otras que le sean determinadas por DIMA, quien establecerá las variedades, densidades y demás características de la vegetación a plantarse”*.

Partiendo de esta base, no debería haber ningún aprovechamiento forestal. El aprovechamiento maderero y las cortas para uso doméstico están muy restringidos. Para realizar cualquier corta es preciso pedir un permiso a DIMA y tras un proceso administrativo generalmente largo, los agricultores son acompañados por los guardas de la zona, que les indican si pueden talar el árbol solicitado.

Sin embargo, es innegable que el bosque es aprovechado diariamente, prácticamente todas las viviendas de la zona rural cocinan y se calientan con leña, en época de hortalizas se utilizan tutores para las plantas extraídos del bosque, se utilizan leñas para cercar las parcelas, etc. Por lo general, no se suele extraer madera de determinadas zonas consideradas de interés general, como fuentes de agua, los cauces de los ríos o las laderas situadas por encima de las comunidades con riesgo de desprendimientos. Aún así, la prohibición general del aprovechamiento del bosque que hasta ahora se ha estado imponiendo por parte de las autoridades no ha causado el efecto deseado y la deforestación avanza de forma gradual.

Según las encuestas realizadas por Aguas de San Pedro en 2008, las familias de la zona rural de la Zona de Reserva del Merendón consumen un promedio de 13,2 cargas de leña al mes como fuente energética en la cocción de sus alimentos, teniendo en cuenta que existen un total de 1.923 viviendas, la extracción de leña mensual es de 25.383 cargas, siendo una carga aproximadamente 50 leños de 0,5 m de largo y 10 cm de diámetro.



Figura 3.19: Consumo de leña como fuente energética

Este sector presenta la misma limitación que el sector agrícola: no existe ninguna herramienta de ordenación del territorio, que permita establecer planes específicos en incendios, control de plagas, conservación del bosque, etc.

El sector ganadero

El Reglamento del Decreto 46/90, artículo 45, Capítulo 4º, Sección 3ª, prohíbe la implementación de proyectos pecuarios, extensivos o intensivos, dentro de las zonas contempladas en el decreto. Sin embargo, el artículo 47 especifica que las actividades que ya se estuvieran realizando quedaban limitadas a sus zonas previas de actuación aunque la Municipalidad se guarda el derecho de reorientar, delimitar, reubicar o cancelar las actividades en dichas zonas.

Anteriormente, la actividad pecuaria no era demasiado importante, ya que la mayoría de las comunidades se dedican a la actividad agrícola y no poseen apenas animales. Actualmente, esta actividad está cobrando mayor importancia ya que algunos de los agricultores que han conseguido ahorrar, se están desplazando a los núcleos urbanos de Cofradía y Naco para comprar cabezas de ganado vacuno que explotan en sus propiedades, principalmente en las cuencas de los ríos Manchaguala y Chamelecón.



Figura 3.20: Cabezas de vacuno en la cuenca del río Manchaguala

Dentro de la Zona de Reserva se encuentran los siguientes tipos de actividades de producción animal:

Producción de gallina/pollo: Las gallinas y pollos se usan para consumo doméstico y no se tiene ningún control veterinario ni sobre la alimentación de estos animales.

Explotaciones de Vacuno: Este tipo de explotaciones dentro de la Reserva están reservadas a las familias con mayores recursos. Muy pocas familias disponen de tierras suficientes (potreros) para alimentar a un rebaño importante durante todo el año. Estas explotaciones de vacuno no obtienen todo el rendimiento que debieran por falta de asistencia técnica en cuanto a la mejora de la raza, asistencia veterinaria, alimentación, etc.

Por otro lado, la falta de normativa y regulación de este tipo de explotaciones ganaderas provoca un descontrol en cuanto a su compatibilidad con las líneas generales del decreto; es decir, no hay directrices sobre cómo y en qué lugares ha de abreviar el ganado para reducir daños en los márgenes de los ríos, disminuir la contaminación de aguas por residuos fecales y mejora de los pastos para aumentar el rendimiento de los potreros.

Explotación de porcino: Es muy poco común ver cerdos domésticos dentro de las comunidades dentro de la cuenca, su cría es para consumo familiar en ocasiones muy especiales.

Cría de conejos (cunicultura): Es un tipo de explotación animal que no ha estado presente en la cuenca hasta que Cáritas Sampedrana comenzó con una explotación demostrativa en sus instalaciones. Sin embargo, no existe un hábito de consumo de carne de conejo, y la venta de estos animales está resultando algo costosa. El objetivo principal de esta cría de conejos por parte de Cáritas es mejorar y diversificar la alimentación a base de proteínas de los habitantes del Merendón, que en general es escasa.

Cría de ganado equino: La presencia de esta clase de animales es frecuente dentro de la Reserva. Caballos, burros y mulas constituyen un medio de transporte de mercancías muy adaptado a la región ya que en épocas de lluvia la circulación con vehículos todoterreno es muy complicada.

Producción piscícola

La producción piscícola es un tipo de explotación muy extendido por Centroamérica, Sudamérica y en otros continentes dentro de las mismas latitudes, sin embargo, es poco común dentro de la Reserva del Merendón.

Las pocas explotaciones que existen son pequeñas producciones familiares que comenzaron con algún proyecto de ayuda al desarrollo, pero ya no obtienen apoyo técnico o si lo tienen es insuficiente, lo que hace que sean producciones con muy bajos rendimientos o en abandono.

Tampoco existe un mercado para dar salida a los peces, porque al igual que con la carne de conejo, la población no tiene costumbre de comer pescado. Cáritas Sampedrana también cuenta con un estanque de producción de tilapia en la granja demostrativa, como podemos apreciar en la siguiente figura.



Figura 3.21: Producción de tilapia

Turismo

La única comunidad dentro del Merendón, en la que se da el turismo de forma regular es Buenos Aires, la más cercana al Parque Nacional del Cusuco. Se ve favorecida principalmente por las visitas que recibe durante el verano de la organización Operation Wallacea. La actividad turística dentro de esta comunidad se basa en principalmente en la hostelería, y los puestos de vigilante y guía dentro del Parque. La existencia del Parque Nacional del Cusuco podría generar muchos más puestos de trabajo estables o temporales de los que ahora mismo existen, si existiese una buena gestión y promoción del Parque.

Esta situación se repite en el resto de comunidades de la reserva, aunque su situación no es comparable a la de Buenos Aires. Numerosas comunidades se sitúan en enclaves de gran riqueza paisajística y gran potencial turístico, que lamentablemente es desaprovechado.

Una vez más, las principales limitaciones del sector del turismo son el mal estado de las carreteras durante todo el año y la inexistencia de políticas que promuevan y gestionen nuevas actividades económicas dentro de la Zona de Reserva.

Infraestructura y comunicaciones

Red viaria

La Zona de Reserva tiene diferentes accesos, el principal acceso desde la ciudad de San Pedro Sula se encuentra en la periférica colonia Primavera. Otros accesos se encuentran en el sector de Corbano-Calpules, en La Fortaleza y en la colonia Las Brisas, todos ellos en la carretera pavimentada que une San Pedro Sula con Cofradía. En la Villa de Cofradía se tienen tres accesos distintos que se dirigen a Montaña-Mayen, Buena Vista y Buenos Aires. En la zona norte, siempre desde el Boulevard del Norte, se tiene acceso a las comunidades de El Zapotal y Armenta.

En total la zona de reserva cuenta con una red de caminos secundarios que suman 148,6 km. A continuación se muestran las distancias y su situación entre las comunidades y los puntos más transitados dentro de la Zona de Reserva del Merendón:

Desde	Hasta	Distancia (km)
La Primavera	Torres de Hondutel	12,1
Torres de Hondutel	Desvío Santa Teresa en El Pastal	7,7
Cofradía	Desvío Santa Teresa en El Pastal	16,1
Cofradía en El Río Manchaguala	Buena Vista	8,9
Cofradía en El Río Manchaguala	Mayén	7,0
Desvío Santa Teresa en El Pastal	La Unión de Río Frío	6,2
Las Torres de Hondutel	Santa Marta	7,6
Las Torres de Hondutel	Las Neblinas	5,6
Pavimento carretera a Cofradía	Pita Arriba	4,4
Colonia Suazo Córdoba	Peñitas Abajo	5,6
Boulevard del Norte SPS	Zapotal	5,0
Boulevard del Norte SPS (Puente UTH)	Armenta	4,4

Tabla 3.9: Distancia de recorridos indicadores dentro de la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: Aguas de San Pedro, 2008)

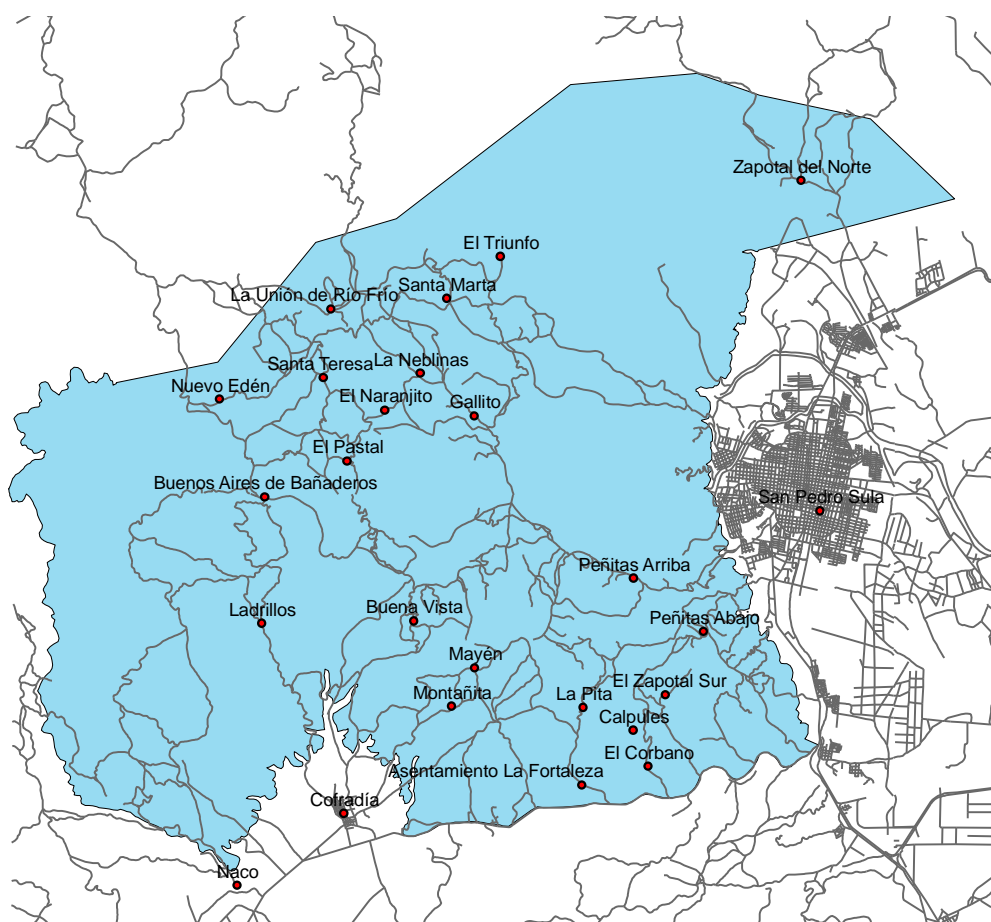


Figura 3.22: Mapa de carreteras y caminos secundarios de la Zona de Reserva del Merendón y alrededores

La carretera que lleva desde la ciudad hasta las comunidades y los caminos que comunican las comunidades entre sí, se encuentran, normalmente, en mal estado. Son en su totalidad de tierra, no poseen sistemas de evacuación del agua, cunetas o drenajes, excepto en algunos tramos; lo que provoca que queden inutilizados en la época de lluvias, bien porque el firme es intransitable para los vehículos o porque quedan cortadas por derrumbes en las quebradas. En situación normal, las carreteras sólo están acondicionadas para el tránsito de vehículos todoterreno. La entrada a la reserva de maquinaria pesada queda prohibida.



Figura 3.23: Estado de las carreteras en la Zona de Reserva del Merendón

La situación es crítica en época de lluvias, ya que las comunidades pueden quedar, en mayor o menor medida, incomunicadas durante semanas. La situación se acentúa en aquellas comunidades que quedan aisladas por ríos o quebradas y a las que es imposible acceder ni siquiera a pie. Cualquier situación de emergencia o de urgencia médica es imposible de resolver en estas condiciones.



Figura 3.24: Acceso a la comunidad La Unión en época de lluvias

En las comunidades con mayores problemas de comunicación, existen puentes de hamaca para solucionar los problemas de aislamiento en época de inundaciones.



Figura 3.25: Puente de hamaca en la comunidad La Unión

Red eléctrica

La distribución de electricidad a las comunidades es también precaria. Desde la ciudad de San Pedro Sula hasta la zona denominada “Las Torres” o “Las Antenas” (conjunto de grandes antenas destinadas al suministro de electricidad y telefonía móvil, a 1.800 metros de altura), las comunidades del Merendón poseen electricidad. A partir de ese punto, algunas comunidades no disponen de energía eléctrica, otras como Santa Teresa de Bañaderos, tienen energía eléctrica gracias a una planta generadora privada. Existe alguna vivienda, aunque muy pocas, que tiene electricidad por medio de baterías conectadas a pequeñas placas solares.

En la actualidad, casi todas las comunidades de la zona rural como Gallito, Neblinas, Tomalá, Las Brisas, La Unión y Naranjito entre otras, ya sea a modo individual o formando agrupaciones, han realizado proyectos para proporcionar suministro de electricidad a sus viviendas. Para ello, se organizan en comisiones y se reúne entre los miembros de la comunidad la cantidad suficiente para pagar a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) el coste de canalización de la electricidad hasta sus hogares. Sin embargo, las comunidades más alejadas de “Las Antenas” como La Laguna, Las Juntas, Guadalupe de Bañaderos, Buenos Aires y Nuevo Edén, a fecha de Mayo de 2009, no disponen aún de suministro de energía eléctrica.

Red de distribución de agua

Hay que señalar que el principal uso de los recursos hídricos, es el de agua potable, seguido de los usos agropecuarios. Estas necesidades se encuentran atendidas, en la gran mayoría de los casos, por las aguas superficiales, fuentes y pozos. Casi todas las comunidades cuentan con una red de distribución de agua.

Normalmente, una red de suministro de agua presenta el siguiente esquema: se construye una represa en un lugar apropiado para la captación de agua, se conduce el agua al desarenador, estructura diseñada para retener la arena que trae el agua. Desde aquí se conduce el agua por tuberías cerradas hasta el tanque, donde se almacena el agua, que suele estar situado en lo alto de la comunidad. Desde el tanque y por gravedad, se distribuye el agua a cada vivienda con tuberías de menor diámetro.

En ningún momento se potabiliza el agua, ni se realiza un buen filtrado, por lo que la potabilidad del agua depende de las condiciones que se dan aguas arriba de la represa, donde en numerosas ocasiones se encuentran cultivos en los que se emplean agroquímicos, otras veces llegan al mismo agua heces de ganado, residuos del tratamiento del café y otros contaminantes. Esto provoca que se produzcan problemas estomacales e intestinales en la población, sobre todo, entre los más jóvenes.

Otro problema es la conducción de tuberías. Las tuberías son tubos de PVC de distintos tamaños, dependiendo donde distribuyan, que pueden ir entre los árboles, por debajo de tierra, junto al suelo, por el aire, de manera que presentan unas condiciones muy precarias, lo cual puede provocar filtraciones y los consiguientes problemas de salud.



Figura 3.26: Estado de las tuberías de la red de distribución de agua de Guadalupe de Bañaderos

Otro de los problemas relacionados con el agua, es la escasez de agua en época estival. Casi todas las comunidades lo sufren todos los años, teniendo que obtener agua por otros medios, normalmente, mediante pozos cercanos a las comunidades.

Vivienda

Dentro del reglamento del Decreto 46/90 se establece la prohibición de construir nuevas viviendas aparte de las ya existentes previamente al establecimiento de dicho decreto. La situación de las viviendas, en general, es bastante precaria, no tienen agua corriente, electricidad o letrinas y su construcción es frágil. Como existe la prohibición de la construcción de nuevas viviendas, es común que habiten familias numerosas en espacios reducidos.

Se puede decir, que en estas comunidades se diferencian tres estilos de viviendas:

Bahareque: las casas de bahareque se elaboran empleando un sistema portante a base de madera (horcones o columnas, largueros o vigas y correas, todo unido con fibra vegetal o bejucos; en la forma actual, se usa madera semielaborada con uniones a base de clavos) siendo el bahareque empleado como cerramiento vertical o paredes interiores y exteriores.

El bahareque se elabora partiendo de la creación de una doble malla a base de guadua o madera delgada, que se coloca entre los horcones y los largueros que luego es rellena con arcilla a la cual se le agrega una porción de paja seca y que se termina con un recubrimiento o friso a base de arcilla pura (actualmente se le agrega algo de cemento o cal) y en algunos casos se recubre con un friso normal a base de cemento, arena cernida, cal y algo de yeso. El techo lo conformaba un entramado principal en madera más gruesa a manera de vigas y uno secundario con varas o cañas más delgadas y cubierta en paja, la cual ha evolucionado posteriormente a teja de zinc y a las tejas de barro cocido.

Adobe: es un ladrillo elaborado con una masa de arcilla y algún aditivo, secada al sol y al aire, caracterizándose por ser un material que se emplea sin cocción previa. Es un antiquísimo material empleado en construcción que se encuentra en muchas regiones geográficas por su sencilla y económica elaboración, y fácil empleo. Tiene una gran inercia térmica, por lo que sirve de regulador de la temperatura interna; en tiempo caluroso es fresco, siendo tibio durante el invierno.

Puede deshacerse con la lluvia por lo que, generalmente, requiere un mantenimiento sostenido, que suele hacerse con capas de barro. No es correcto hacerlo con mortero de cemento, puesto que la capa resultante es poco permeable al vapor de agua y conserva la humedad interior, por lo que se desharía el adobe desde dentro. Lo mejor para las paredes externas es la utilización de enlucido con base en la cal apagada en pasta, arcilla y arena, para la primera capa, en la segunda, solamente pasta de cal y arena. Para las internas se puede hacer una mezcla de arcilla, arena y agua.

Cemento o concreto: no existen demasiadas casas de concreto debido a su precio y a la mayor dificultad para transportar estos materiales, aunque se van introduciendo paulatinamente en la reserva a medida que algunos de los pobladores del Merendón regresan de Estados Unidos con suficientes ahorros para construir casas de estas características.

En realidad, cada uno de los habitantes construye su vivienda con los materiales a los que tiene más fácil acceso, no ajustándose estrictamente a los tipos de construcción anteriormente mencionados, sino mezclando partes de ellos.



Figuras 3.27, 3.28, 3.29 y 3.30: Viviendas en la Zona de Reserva del Merendón

Por otro lado, no existe ningún tipo de herramienta de planificación urbanística dentro de la reserva por lo que hay gran cantidad de viviendas situadas en zonas de riesgo de deslizamientos y que en época de lluvias corren el peligro de ser arrastradas por aludes de tierra y desprendimientos. También hay viviendas situadas en zonas de abastecimiento de agua o cerca de enclaves donde las inundaciones pueden llegar a ser peligrosas.

La falta de planes urbanísticos también influye en la dispersión de las viviendas dentro de las comunidades, lo que dificulta aún más el desarrollo de infraestructura urbana como sistemas de alcantarillado o de distribución de agua potable y electricidad.

Por último, respecto a la descripción de la zona de estudio, señalar que en el Anexo III del presente documento analizamos la situación de Honduras respecto al Índice de Desarrollo Humano y al grado de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

3.2 Descripción del trabajo previo realizado

3.2.1 Recopilación de cartografía, bibliografía y documentos de interés

La primera etapa de la realización de este estudio ha sido la recopilación de bibliografía, estudios previos, mapas e imágenes satelitales de la Zona de Reserva del Merendón.

Para ello se han visitado las siguientes entidades:

- Cáritas Sampedrana, en la ciudad de San Pedro Sula, Departamento de Cortés,
- División Municipal de Aguas (DIMA), en la ciudad de San Pedro Sula,
- Aguas de San Pedro, en la ciudad de San Pedro Sula,
- Instituto de Conservación Forestal (ICF), en la ciudad de San Pedro Sula
- Secretaria de Recurso Naturales y Ambiente (SERNA), en la ciudad de San Pedro Sula,
- Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), en la ciudad de Siguatepeque, Departamento de Comayagua,
- Instituto Geográfico Nacional, en la ciudad de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán

Tras la visita a todas estas entidades, se reunieron los siguientes estudios y documentos referentes a la Zona de Reserva del Merendón:

- Plan de Manejo de la Zona de Reserva del Merendón. Descripción geográfica, física y socio-económica (Aguas de San Pedro, en trámites de aprobación),
- Estudio de vulnerabilidad a deslizamientos y derrumbes con base en cambios temporales de cobertura vegetal en la Zona de Reserva del Merendón, Departamento de Cortés (Suárez Castro, 2008),
- Reporte del reconocimiento a los deslizamientos en la montaña de El Merendón, San Pedro Sula (Castañeda, 2003)
- Memoria del mapa de vegetación y usos del suelo en la zona de reserva de 1992 (DIMA, 1993),
- Estudio del Plan maestro sobre el control de la erosión y sedimentación en la cuenca piloto del río Choloma, San Pedro Sula, Departamento de Cortés, Honduras (JICA, 1994)
- Estudio de Población en la Zona de Reserva (DIMA, 1994a),
- Estudio de suelos de la Zona de Reserva (DIMA, b1994), y
- Proyecto de planificación de las cuencas hidrográficas definidas por el Decreto 46/90 (DIMA, 1994c).

Además, se recopilaron los siguientes mapas de la Zona de Reserva del Merendón en formato vectorial y ráster para el análisis y tratamiento de datos con el sistema de información geográfica:

- Mapas cartográficos,
- Mapa de usos de suelo de 1992 y 2001,
- Mapa de ecosistemas vegetales según la *Clasificación Fisionómica–Ecológica de las Formaciones Vegetales de la Tierra*,
- Mapa de las figuras de protección,
- Mapa de las series de suelos,
- Mapa de carreteras y caminos secundarios,
- Mapa de la red fluvial,
- Mapa de cuencas hidrográficas y límites de la reserva,
- Mapa de comunidades y núcleos urbanos dentro de la reserva y alrededores,
- Mapa de temperatura máxima,
- Mapa de temperatura mínima, y
- Mapa de precipitaciones.

También se recopilaron las imágenes satelitales de la Comisión Ejecutiva para el Valle del Sula (CEVS) empleadas para la elaboración del Mapa de usos de suelo de 2001, cuyas características comentaremos en el apartado 3.3.2.

3.2.2 Reuniones con las autoridades administrativas del Merendón

Con el objetivo de dar a conocer los proyectos que se están llevando a cabo por parte de los estudiantes de la UPM en la montaña de El Merendón, conocer otro punto de vista respecto a la situación y la problemática ambiental y de los pobladores de la reserva, y conocer las actuaciones que se están llevando a cabo; nos reunimos en tres ocasiones con las autoridades administrativas del Merendón: DIMA, Aguas de San Pedro y el Instituto de Conservación Forestal de Honduras:

1.- La primera reunión tuvo lugar en las oficinas de Aguas de San Pedro en Noviembre de 2008. A dicha reunión acudieron Antonio Zúñiga, Gerente General de Aguas de San Pedro, Nelson Caballero, Coordinador de Proyectos de Reforestación de Aguas de San Pedro, Rolando Díaz, Jefe de la Unidad de Cuencas Hidrográficas de DIMA y los estudiantes de la UPM realizando sus respectivos Proyectos Fin de Carrera en El Merendón, Rosa Cañadas, María Jesús Barbero y Roberto Luis Salomón.

Se trataron, entre otros, los siguientes puntos: problemática ambiental y social en la zona de reserva, actuaciones y proyectos llevados a cabo por las autoridades administrativas, estado de la redacción del Plan de Manejo, entidades que trabajan en la montaña y sus relaciones institucionales, relaciones entre los pobladores y la administración, y los proyectos a realizar por parte de los estudiantes de la UPM.

2.- La segunda reunión tuvo lugar en Noviembre de 2008 en las oficinas del Instituto de Conservación Forestal en la ciudad de San Pedro. A ella acudieron Luis Rosa Pinto, Coordinador de manejo y desarrollo forestal, Alejandro Vallejo, Coordinador de Áreas protegidas y Pedro Romero, Jefe del área Noroccidental del ICF.

Se trataron los siguientes puntos: política forestal a escala nacional en áreas protegidas del territorio hondureño, situación ecológica del Parque Nacional Cusuco, actuaciones llevadas a cabo en el mismo, y los proyectos a realizar por parte de los estudiantes de la UPM.

Cabe destacar que Alejandro Vallejo propuso una colaboración con la UPM con lo que se lograría un aumento de las políticas de apoyo, que en el ámbito de la cooperación internacional, se traduce en una mayor viabilidad y sostenibilidad de los proyectos. Con este objetivo, hubo otro encuentro con Santiago Vignote, profesor de la E.T.S.I. de Montes y el estudiante Roberto Luis Salomón en Febrero de 2009.

3.- La última reunión tuvo lugar en la Zona de Reserva del Merendón, en la comunidad de Gallito en Enero de 2009. El borrador del Plan de Manejo fue presentado por parte de Aguas de San Pedro y DIMA a los pobladores de El Merendón.

En esta reunión, se explicó a los pobladores la política de actuación y los planes operativos a llevar a cabo a partir de la aprobación del plan. Los pobladores expusieron sus necesidades, observaciones y los puntos con los que están en desacuerdo. También se explicó a los pobladores la labor llevada a cabo por los estudiantes de la UPM en el Merendón.



Figura 3.31: Presentación del Plan de Manejo a los pobladores

3.2.3 Encuentros y entrevistas con las comunidades locales

Un aspecto primordial en los proyectos de cooperación al desarrollo es conocer de primera mano la situación y las necesidades de la población local. Para ello, se realizaron una serie de entrevistas personales en las comunidades de la zona rural.

Dichas entrevistas se centraron principalmente en temas relacionados con el uso y aprovechamiento que los pobladores hacen de los bosques de El Merendón. La información obtenida en dichas entrevistas es contrastada con los resultados obtenidos en el estudio realizado.

Las entrevistas han sido realizadas de forma individual bajo una guía de temas y preguntas preparada con anterioridad. Se realizaron un total de 29 entrevistas en siete comunidades distintas, el número de entrevistados por comunidad fue variable, en función de la mayor o menor facilidad de establecer contactos en las distintas comunidades.

Comunidad	Número de entrevistas
Las Juntas	4
Tomalá	4
Naranjito	5
Guadalupe de Bañaderos	8
Buenos Aires	4
Santa Teresa	1
La Laguna	3

Tabla 3.10: Entrevistas realizadas en siete comunidades

Se ha elegido una fórmula de entrevistas abiertas, no de encuestas o de cuestionarios cerrados, ya que a través de discusiones entre un observador externo y la población local se encuentran soluciones más realistas y mejor adaptadas a la situación que se vive en el Merendón.

Cabe destacar que gracias a las buenas relaciones establecidas anteriormente entre los pobladores locales y otros estudiantes de la UPM, la mayoría de entrevistas se realizaron en una atmósfera cordial y de confianza que permitió realizar las preguntas con total libertad y responder con sinceridad a los entrevistados.

Las preguntas realizadas a los agricultores en las entrevistas siguieron el siguiente esquema:

- Datos generales: Nombre, apellidos, miembros de la unidad familiar, comunidad a la que pertenece, ocupación, procedencia.
- Aprovechamientos de madera realizados: existencia, uso cotidiano o comercial, empleo de leña, tutores, construcción, etc.
- Pérdida de áreas forestales: existencia de incendios en la zona, importancia de los mismos, área cortadas para actividades agrícolas.
- Propiedad de la tierra y derechos de uso

- Restricciones dentro de El Merendón y organismos implicados: normativa forestal y agrícola existente, multas, relación con las autoridades.
- Evolución del paisaje dentro del Merendón
- Cantidad de leña consumida como fuente energética.
- Especies de árboles aprovechadas: uso, cantidad.
- Iniciativas o proyectos anteriores en El Merendón



Figura 3.32: Entrevistas a los habitantes de El Merendón

Podemos consultar un resumen de la información obtenida en las encuestas realizadas en el Anexo IV del presente documento.

Por último, cabe señalar que todo el trabajo realizado en Honduras, se ha dado en estrecha colaboración con Cáritas Sampedrana, contraparte de este proyecto, con la que se han programado reuniones y encuentros con los pobladores de El Merendón periódicamente en los que se ha expuesto la inestable situación ambiental de la reserva, los proyectos a realizar por parte de los estudiantes de la UPM, y en la última de ellas se han expuesto los resultados obtenidos en el estudio.

3.3 Elaboración del Mapa de usos del suelo 2009

Para una correcta planificación del territorio, es necesaria la elaboración del Mapa de usos de suelo en el que se describa la situación actual de cada una de las áreas. Ha de plasmarse a una determinada escala y con ciertos criterios de clasificación, los tipos de aprovechamientos con los que las poblaciones cercanas están ocupando el suelo.

En síntesis, un Mapa de usos distingue aprovechamientos agrícolas, forestales, ganaderos, recreativos, de producción de agua, de conservación, etc. Cada uno de ellos con sus distintas variantes. Por ejemplo, dentro de los aprovechamientos agrícolas podemos establecer las siguientes clases: cultivo de hortalizas, cultivos de café, granos básicos, etc.

La elaboración del Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón 2009 debe ser valioso para distintos fines e instituciones y capaz de servir tanto al proceso de planificación que se está desarrollando actualmente como a la gestión del territorio de las distintas instituciones responsables. En particular, este Mapa de usos del territorio debe convertirse en una herramienta útil para apoyar las tareas de gestión que tiene encomendadas Aguas de San Pedro y DIMA.

El proceso de elaboración de dicho mapa de usos del suelo ha seguido las siguientes etapas:

- 1.- Diseño del procedimiento y establecimiento de criterios,
- 2.- Recopilación de imágenes satelitales y georreferenciación,
- 3.- Trabajo de campo y creación de una base de datos a integrar con la información gráfica,
- 4.- Elaboración del mapa mediante teledetección, y
- 5.- Presentación de resultados.

Vamos a repasar brevemente cada una de estas fases, indicando los aspectos de mayor importancia, los procedimientos seguidos, los problemas que se presentaron y los márgenes de error con los que hay que admitir los resultados.

3.3.1 Establecimiento de criterios

La elaboración del mapa de uso de suelo de 2009 tiene como fin último su comparación con los dos mapas de usos existentes de 1992 y 2001. Por este motivo, se han establecido los mismos criterios y usos de suelo y vegetación contemplados por DIMA (1993) para un mayor ajuste de los resultados obtenidos a la realidad.

En esta primera etapa se han de definir los distintos usos de suelo a diferenciar y establecer un cierto grado de detalle, la escala.

Descripción de los usos de suelo

Los usos de suelo a distinguir son los mismos que los establecidos por el mapa de usos de suelo y vegetación 1992 y 2001.

Asentamientos humanos: un asentamiento es lugar donde se establece una persona o una comunidad. En nuestro estudio de la Zona de Reserva del Merendón es el área ocupada por las comunidades dentro de la zona rural y por las colonias, haciendas y comunidades de la zona peri-urbana.



Figura 3.33: Comunidad de la Virtud

Suelo desnudo: suelos que se caracterizan por la inexistencia de un estrato herbáceo, arbustivo o arbóreo. Hay una pequeña presencia de suelos desnudos en la Zona de Reserva del Merendón, son suelos abandonados donde se realizaron extracciones mineras en la zona periurbana de la reserva, y en los cuales no ha habido una regeneración vegetal.

Agricultura tradicional: terrenos utilizados por los pobladores para la práctica de una agricultura cuya principal característica es el atraso técnico y tecnológico, que implica una economía de subsistencia, y cuya cosecha es en parte dedicada al consumo familiar. En la zona de estudio, se cultivan principalmente granos básicos: maíz y frijol, y hortalizas: tomate, chile verde, repollo, ayote, remolacha, etc. También se dan, pero en menor cantidad, cultivo de frutales: mango, aguacate, plátano, etc.



Figura 3.34: Cultivos en El Gallito

Hay que señalar que el cultivo principal es el de café, normalmente se realiza bajo sombra de otras especies. La técnica más extendida es alternar entre las plantas de café árboles como el guamo (*Inga punctata* Willd.), el madreao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Standl.), el cincho (*Lonchocarpus heptaphyllus* (Poir.) Kunth), y leguminosas.

Estos cultivos tienen una cubierta arbórea con una fracción de cabida cubierta muy similar a la del bosque latifoliado. Este hecho, favorece la protección de los suelos ante las pérdidas durante las grandes avenidas, disminuye el riesgo de desastres naturales, favorece la regulación hídrica así como la fijación de carbono y mejora la calidad paisajística. Consideramos que la cubierta principal que se mantiene (en ocasiones casi inalterada) tiene la suficiente importancia para seguir considerándolas como áreas forestales aunque se extraiga del dosel inferior una producción agrícola.

Por estos motivos y por la dificultad que se presenta al distinguir áreas boscosas de áreas dedicadas a la caficultura mediante la interpretación de las imágenes satelitales disponibles; todos los cultivos de café bajo sombra se han considerado como áreas de bosque latifoliado, por ser especies de hoja ancha las empleadas para dar sombra.



Figura 3.35: Café bajo sombra

Por último, señalar que hay casos puntuales de técnicas de agricultura no tradicional, como son las prácticas de conservación de suelos, disposición de cultivos en fajas o en terrazas para cortar las líneas de escorrentía, tratamientos fertilizantes, etc. Pero al ser éstas tan puntuales e insignificantes, todos los suelos dedicados al cultivo dentro de la Zona de Reserva del Merendón, se incluyen dentro del uso de suelo de agricultura tradicional.



Figura 3.36: Cultivo en terrazas en La Virtud

Pastizales: suelos en los que existe una cobertura herbácea, con una importante presencia de gramíneas, leguminosas y una presencia menos significativa de plantas leñosas. En la mayor parte de los casos se trata de formaciones seriales, es decir, que proceden de la degradación de la vegetación climácica o clímax, en nuestro caso bosques latifoliados, bosques de pino, o bosques mixtos.

En la Zona de Reserva del Merendón, estos pastos están dedicados a la explotación de ganado vacuno y es susceptible de ser pastado en unos meses o en la totalidad del año.



Figura 3.37: Pastizales en Las Vegas del río Frío

Cabe destacar, que debido a la actividad agrícola y ganadera migratoria de El Merendón -en la que los pobladores pueden abandonar la finca durante unos meses o incluso años, para luego volver a emplear las mismas tierras para una producción agrícola o ganadera-, en numerosas ocasiones es difícil distinguir entre pastizales y matorral bajo-medio, y entre matorral alto y bosques.

Para solucionar este problema se considera la siguiente clasificación en cuanto a la altura de la vegetación establecida por DIMA (1993) en la elaboración del primer mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón:

- Pastizal bajo: entre 0 y 50 cm
- Pastizal alto: entre 0,50 y 1,50 m
- Matorral bajo: entre 0 y 1,50 m
- Matorral medio: entre 1,50 y 3,0 m
- Matorral alto: entre 3,0 m. y 7,0 m
- Bosque de vegetación arbolada: superior a 7,0 m.

Atendiendo este criterio, los suelos con cubierta vegetal de más de 1,50 m de altura se han incluido dentro del uso de suelo matorral. Por el mismo motivo, la vegetación a partir de siete metros de altura se ha considerado bosque.

Matorral: existen diversas definiciones de matorral según la región en la que nos encontremos, de manera genérica se puede definir como una formación vegetal compuesta por arbustos y matas. En nuestra zona de estudio, se da en terrenos anteriormente ocupados por bosques que una vez eliminada la cobertura original, se han instalado asociaciones de matorral colonizador de mediana densidad y capaz de soportar duras condiciones de insolación y temperatura. Para uso agrícola y ganadero, este matorral se quema periódicamente con la consiguiente pérdida de fertilidad a largo plazo de los suelos.

El matorral bajo o matorral medio es conocido localmente como guamil, alcanza los tres metros de altura en un periodo aproximado dos o tres años tras el abandono de la finca. El matorral alto es denominado guatal, y alcanza una altura de siete metros en siete u ocho años aproximadamente (Anexo VIII).



Figura 3.38 y 3.39: Matorral medio y alto próximo a Santa Elena

El resto de usos de suelo y vegetación representados en el mapa de 2009, son formaciones boscosas que se pueden englobar dentro del uso de suelo forestal, como se ha hecho en el estudio de la evolución de los usos de suelo en la Zona de Reserva del Merendón en el análisis comparativo expuesto en el siguiente capítulo.

La razón por la que se ha hecho distinción entre las cuatro formaciones boscosas ha sido la obtención de un mapa en el cual estén presentes los mismos usos de suelo y formaciones vegetales expuestos en los mapas de 1992 y 2001. Por lo tanto, este mapa es una combinación del mapa de usos de suelo y mapa de vegetación.

Para la distinción de estas formaciones vegetales nos basamos en la clasificación en tipos climáticos-estructurales adaptada del *Mapa Forestal de España* de Ruiz de la Torre y adoptada por DIMA (1993). Esta clasificación parte de la observación cuidadosa de las comunidades vegetales, de sus caracteres fisionómicos y fisiológicos de fácil identificación.

Los Tipos Climático-Estructurales representan el grupo fisionómico-fisiológico-estructural de estirpes vegetales de predominio o papel dominante posibles con aprovechamiento máximo de los recursos naturales primarios: energía, agua y nutrientes. Se asigna a un área un determinado Tipo cuando cualquier otro tipo de superior exigencia en recursos no puede extenderse al conjunto del área o a su mayor parte con el papel dominante indicado, aunque elementos de esos tipos puedan estar

presentes y aún dominan en localizaciones intercaladas en condiciones singulares, como vaguadas, galerías, sotos, lugares con un abrigo especial, enclaves con rezumes de agua, relictos edáficos de particulares características, etc. (DIMA ,1993).

En la Zona de Reserva del Merendón, se han encontrado tres Tipos Climático-Estructurales descritos en el apartado 3.1.3 del presente estudio que dan lugar a los cuatro bosques a diferenciar en el mapa de usos de suelo y vegetación.

Bosque latifoliado: Se caracteriza por cubiertas vegetales bastante ricas, con gran cantidad de estratos y un elevado número de especies, estando bien representadas diversas familias. En estas localidades con clima Tropical húmedo, se registra una alta precipitación, superior a los 2.000 mm y la temperatura es cálida durante todo el año, (temperatura media entre los 18° y los 24° C). Estos bosques suben desde las partes bajas hasta los 1.500 m.s.n.m., produciéndose cambios de unas especies por otras a medida que ganamos altitud. Este bosque se corresponde con el tipo climático-estructural latifoliado.

La vegetación de caracteriza por tener hojas anchas, de tipo lauroide, simples o compuestas, más higrófilas y finas que las del tipo anterior, es decir están menos preparadas para la desecación. Presentan cortezas más lisas y sin sistemas de protección ante la desecación. Los fustes son rectos y elevados, en ocasiones presentan gambas en la parte inferior como medida de sujeción. En los estratos inferiores, encontramos gran cantidad de palmas y lianas y es muy escasa la luz que llega finalmente al suelo. En este tipo de comunidades entran a formar parte de estos bosques, con frecuencia, especies semi-decíduas como la ceiba (*Ceiba pentrandia* (Linn) Gaertn.) o el laurel (*Cordia alliadora* (Ruiz y Pav.) Oken.). Pero las más frecuentes son el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* Linn.), el pino (*Pinus caribaea* Morelet., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.) *Clusia massoniana* Lundell., *Oreopanax steyermarkii* A.C.Smith, *Chamaedorea costaricana* Oerst. y *Miconia minutiflora* (Bonpl) DC.



Figura 3.40: Bosque latifoliado en la cuenca del río Frío

Bosque nublado: formaciones presentes por encima de los 1.500 m.s.n.m. donde las condiciones de precipitación y temperatura varían de manera sustancial. Por supuesto, que no es un cambio drástico, sino que conforme ganamos altura se producen cambios de manera continua y gradual. El clima es templado con precipitaciones superiores a los 2.000 mm, si tenemos en cuenta las precipitaciones verticales y las horizontales producidas por la condensación e intercepción del agua procedente de los vientos cargados de humedad. Las temperaturas son más bajas que en los casos anteriores, entre 12° C y 18° C de media anual. Este bosque se corresponde con el tipo climático-estructural latifoliado de altura.



Figura 3.41: Bosque nublado en el Parque Nacional Cusuco

Kapelle y Brown (2001), proponen la siguiente definición de bosque nublado: Los Bosques Nublados (Tropical Montane Cloud Forests) constituyen ecosistemas forestales con una flora y una estructura características. Normalmente ocurren en una franja altitudinal donde el ambiente se caracteriza por una cobertura de nubes persistente o estacional. Esta persistente nubosidad reduce la radiación solar y el déficit de vapor, llegando a suprimir los procesos de evapotranspiración. La precipitación total que llega al interior del bosque se ve significativamente incrementada por el aporte de la neblina interceptada por la vegetación (precipitación horizontal), que queda así disponible. En comparación con los húmedos sistemas forestales de tierras bajas (Tropical Rain Forest), los Bosques Nublados (BN) presentan árboles de menor tamaño, incrementándose por consiguiente la densidad de los tallos. Los árboles dominantes del dosel generalmente exhiben troncos y ramas retorcidos o tortuosos, presentando hojas más pequeñas y coriáceas. También estos bosques nublados se caracterizan por presentar una proporción alta de epífitas (briófitas, líquenes y helechos) y una correspondiente reducción de las lianas leñosas. Los suelos en general son húmedos y presentan una gruesa capa de materia orgánica humificada. Los valores de biodiversidad de árboles, hierbas, arbustos y epífitas son altos, considerando su reducida superficie con relación a la selva tropical lluviosa, en la cual la alta riqueza específica se concentra en los árboles principalmente. Los valores de endemismos son también muy altos. Los BN ocurren en un rango muy amplio de precipitaciones (500 – 10.000 mm anuales).

También hay una importante variación en los niveles altitudinales donde ocurren. En grandes cordilleras los BN ocurren en altitudes que oscilan de 2.000 a 3.500 m.s.n.m. en las áreas tropicales (1.500-2.500 m.s.n.m. en las áreas subtropicales). En áreas costeras y montañas aisladas, esta franja suele descender hasta 1.000 m.s.n.m. Bajo condiciones excepcionales de humedad, cercanas a la costa marina y ubicación ecuatorial los BN pueden llegar a ocurrir tan bajo como 500 m.s.n.m.

En las zonas de las cumbres de la Zona de Reserva del Merendón, la vegetación se ve sometida a grandes variaciones de temperatura y humedad, ya sea por la alternancia frío-calor o humedad-sequía. En estas condiciones mucho más severas, la vegetación que encontramos es un matorral muy denso con alturas entre 50 cm y tres metros, acompañado por gran cantidad de helechos. Hasta aquí, también son capaces de subir especies de estratos inferiores, aunque se mantengan con altura de matorral. En la siguiente figura podemos apreciar la altura de estas formaciones vegetales, localmente conocidas como bosque “enano”.



Figura 3.42: Bosque “enano” en la cumbre del cerro Jilincó

Hay que señalar que estas comunidades, a pesar de su altura, no han sido consideradas como matorral en la elaboración del mapa de usos de suelo (como se hizo en el mapa de 2001). Son formaciones primarias no alteradas por la acción humana. La causa de su presencia es diferente a la del matorral colonizador de suelos desprovistos de su cobertura original. Por lo tanto se han incluido dentro de los bosques nublados por su proximidad geográfica y su similitud respecto a las condiciones climáticas.

Bosque de pino y bosque mixto: son bosques del tipo climático-estructural subesclerófilo. Responden a localizaciones de pie de monte y laderas hasta una altura de 1.400 m.s.n.m. La vegetación está condicionada por un clima tropical seco, con temperaturas medias anuales superiores a 24° C en las partes más bajas y entre los 18° C y 24° C en las más elevadas. Las precipitaciones se encuentran entre 1.000 y 2.000 mm, y es característico un periodo de sequía estival de unos tres meses de duración.

Por estas causas, dominan por tanto estructuras vegetales con hojas adaptadas al periodo seco, ya sean con forma acicular o plana. Estas hojas se caracterizan por ser más o menos gruesas, capaces de ejercer un control estomático muy eficaz, con cutículas más o menos coriáceas y con revestimientos o indumentos (cera, pelos, etc.), que las protegen de la desecación. La corteza suele ser gruesa y en el caso de los pinos incluso resistente al fuego. El sotobosque es escaso, unas veces por causas naturales, pero sobre todo por causas antrópicas como las quemadas periódicas o el pastoreo. En bastantes casos existe matorral medio o alto formado por especies del género *Quercus* con acompañamiento de helechos.

Los bosques de pino presentes en la Zona de Reserva del Merendón son territorios sometidos a diversos procesos de degradación o bien fueron ocupados por la ganadería o la agricultura migratoria. Actualmente son masas estables con un claro predominio de *Pinus oocarpa*.



Figura 3.43: Pinar en las proximidades del Parque Nacional Cusuco

Los bosques mixtos son comunidades vegetales marcescentes o semi-caducifolios representados principalmente por especies del género *Quercus* (*Quercus skinneri* Benth.), *Pinus* (*Pinus caribaea* Morelet., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.) y *Liquidambar* (*Liquidambar styraciflua* Linn.) y con acompañamiento, en las mejores localizaciones, de un gran número de especies de bosque latifoliado.



Figura 3.44: Bosque mixto en las proximidades de la comunidad El Remolino

Otro aspecto importante es el estudio de los cambios evolutivos que se producen en las formaciones vegetales existentes en la Zona de Reserva del Merendón para una mejor comprensión de los cambios en el uso de suelo producidos

DIMA (1993) afirma que el incremento del nivel evolutivo, correlacionado con el valor protector, implica incremento de la regulación de flujos (incluyendo reducción de la erosión y aumento de la regulación de escorrentías y de la retención de agua en el suelo o capas superiores del sustrato y cubierta muerta), incremento de la retención de energía, internalización de nutrientes y aumento de la estabilidad a largo plazo.

DIMA (1993), establece una escala numérica que estima el grado de madurez de la vegetación existente. Se asigna un número en una escala que va desde el cero correspondiente al desierto completo hasta el nueve, correspondiente a una situación teórica estable de máxima adaptación a las condiciones del medio. Los niveles asignados son una medida subjetiva pero bastante útil.

Los niveles evolutivos encontrados en el área van desde el nivel 0 al nivel 8. Las situaciones de completa ausencia de la vegetación se limitan a las zonas de derrumbe y de extracciones mineras que, en general, no tienen gran extensión. Del mismo modo, un nivel evolutivo 9 lo asociamos con una situación de máxima adaptación a las condiciones del medio, con el máximo aprovechamiento de los recursos (agua, nutrientes y energía) y la máxima estabilidad entre todos los componentes del ecosistema. Esta posibilidad, casi teórica, no ha sido identificada en la reserva.

A los distintos tipos de cultivos no se les asigna un nivel evolutivo debido a que no son etapas en la evolución natural de la vegetación.

Podemos resumir los niveles encontrados en la Zona de Reserva del Merendón, según los Tipos Climático-Estructurales de Ruiz de la Torre, mediante la siguiente tabla:

Nivel evolutivo	Tipo subesclerófilo	Tipo latifoliado	Tipo latifoliado de altura
Nivel 1	Pastizal degradado o semidesierto por pastoreo excesivo. Cubiertas de suelo inferiores a 30%		
Nivel 2	Pastizal alto (>50cm) y pastizal bajo (<50cm)		
Nivel 3	Matorral bajo (<1,5m) y matorral medio (1,5–3m)		
Nivel 4	Matorral alto (3-7m). Bosques monoespecíficos de pinar de uno o dos estratos		
Nivel 5	Bosques pluriestratificados con dos especies principales en el dosel superior. Bosques aclarados para uso agrícola	Bosques muy intervenidos por el hombre. Sucesiones secundarias de bosque latifoliado. Abundancia de palmeras de tamaño arbustivo y arbóreo.	Matorral medio de alta montaña. Talla de la vegetación hasta 7 m.
Nivel 6	Bosques con más de 3 especies en el dosel superior, alto número de especies acompañantes y claro dominio de coníferas. Estratos inferiores bien desarrollados y poco intervenidos por el hombre.	Bosques con más de 3 especies principales en el dosel superior y cierto número de especies acompañantes. Estratos inferiores bien desarrollados y poco intervenidos por el hombre.	Bosques con tres especies principales en el dosel superior. Dominio de coníferas o frondosas. Doseles inferiores bien desarrollados. Abundancia de epífitas (bromelias, orquídeas, etc.).
Nivel 7	Bosques con más de 3 especies dominantes un elevado número de especies acompañantes. Claro dominio de frondosas. Bosques en apariencia muy evolucionados.	Bosques con elevada representación de especies. Abundancia de trepadoras y lianas. Bosques bastante evolucionados con individuos que sobrepasan los 30 m de altura.	Bosques con más de tres especies principales. Musgos y líquenes tapizan gran cantidad de espacios. Bosques de mangle de montaña.
Nivel 8		Bosques muy evolucionados con árboles que en ocasiones sobrepasan los 40 m y gran diversidad de especies. Vegetación primitiva que nunca ha sufrido alteración por el hombre.	Bosques muy evolucionados con gran diversidad de especies. Vegetación primitiva que nunca ha sufrido alteración por el hombre. Bosques nublados.

Tabla 3.11: Niveles evolutivos de las formaciones vegetales en la Zona de Reserva del Merendón (Fuente: DIMA)

En resumen, podemos decir que las tierras de cultivos y pastizales, una vez perdida su fertilidad, son abandonados dando lugar a matorrales bajos, estos crecen hasta ser considerados matorrales medios y altos. Por último, siempre que los terrenos no sean aprovechados de nuevo, los matorrales altos pasan a ser áreas boscosas con un mayor o menor grado evolutivo y de diferente estructura y composición en función de las condiciones edáficas y ambientales.

Por último, hay que señalar que la escala utilizada en la elaboración del mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 2009, ha sido 1:40.000. Misma escala que la empleada en la elaboración de los anteriores mapas de usos de suelo y vegetación de la zona, apropiada para trabajar con las imágenes disponibles y suficiente para lograr los objetivos de este estudio.

3.3.2 Imágenes satelitales utilizadas y georreferenciación

En primer lugar se buscaron todas las imágenes satelitales y fotogramas disponibles para la elaboración del mapa. Del mismo modo, nos informamos de las imágenes utilizadas para la elaboración de los mapas de usos anteriores:

Para el mapa de 1992, DIMA obtuvo el préstamo de 50 fotogramas a escala 1:10.000 con fecha de Marzo de 1989, por parte de la oficina de Planificación Municipal. Estos fotogramas abarcan solamente el tercio Este de todo el área definida por el Decreto 46/90. El nombre de este vuelo de 1989 es "Obras Civiles". Para cubrir todo el área objeto de estudio se adquirió en el Servicio Geográfico Nacional 22 fotogramas del vuelo "Bolivianos" a escala 1:40.000 con fecha de Enero de 1992. Este segundo vuelo tiene el inconveniente de tener menos precisión que el anterior, aunque sea más reciente. Por otro lado, planteó serios problemas de enlace entre fotogramas porque algunas líneas de vuelo no tienen solape entre sí quedando una franja intermedia sin posible fotointerpretación.

Para el mapa de 2001, fue utilizada la base de datos perteneciente a la empresa Aguas de San Pedro, y las imágenes satelitales CEVS producidas por GeoEye, cuyas características aparecen en el Anexo V del presente documento. El trabajo de campo fue realizado por los estudiantes de ESNACIFOR.

Para la elaboración del mapa de usos y vegetación de 2009, se utilizaron las imágenes satelitales disponibles en Google Earth. Fueron descargadas un total de nueve imágenes en formato JFIF tomadas entre 2005 y 2007. Gracias al fuerte apoyo del trabajo de campo realizado se corrigieron los cambios producidos entre estos años y 2009.

A medida que las imágenes satelitales han sido descargadas y georreferenciadas, han sido numeradas de la siguiente manera tratando de evitar cualquier confusión:

- Imágenes A1, A2 y A3: Imágenes de la franja oriental de la reserva siguiendo una dirección de sur a norte. La imagen A1 cubre el área oeste de la cuenca de la quebrada del Chamelecón, la imagen A2 cubre la cuenca del río Piedras y la parte sur de

la cuenca del río Santa Ana, y la imagen A3 cubre la parte norte de la cuenca del Río Santa Ana, y las cuencas de los ríos Zapotal y Chachaguala-Mogote.

- Imagen B: Imagen del saliente triangular de la zona nor-oriental de la reserva. Cubre la cuenca del río Armenta.

- Imágenes C1, C2, C3 y C4: Imágenes de la zona meridional y occidental de la reserva. La imagen C1 cubre la zona oriental de la cuenca del Manchaguala y la zona nor-occidental de la cuenca del Chamelecón, la imagen C2 cubre la parte sur-oriental de la cuenca del Manchaguala y la parte sur-occidental de la del Chamelecón, la imagen C3 abarca la parte sur-oriental de la cuenca del Manchaguala y la sur de la cuenca del río Naco, y la imagen C4 cubre la zona occidental de la cuenca del Manchaguala y la norte del río Naco.

- Imagen D: Imagen de la zona nor-occidental de la reserva. Cubre la cuenca del río Frío y parte del área situada al norte de la cuenca del Manchaguala.

La información referente a estas imágenes aparece en la tabla 3.12:

- Coordenadas X e Y del punto central en el sistema de proyección Universal Transversal Mercator (UTM), Datum World Geodetic System 1984 (WGS84) y huso 16 Norte,

- Altitud del ojo en kilómetros (elevación del punto de vista),

- Fecha en la que fue tomada la imagen,

- Error medio cuadrático total en metros calculado en la georreferenciación (Total RMS Error),

- Tamaño del píxel en metros (cellsize),

- Número de píxeles (columns & rows),

Imagen	mE	mN	Alt.ojo (km)	Fecha	RMS error	Cellsize (m)	Columns & Rows
A1	387113,59	1708475,30	8,96	26/11/2005	28,58	2,33	4800x3351
A2	384300,22	1716140,62	9,78	26/11/2005	26,16	2,34	4800x3351
A3	385028,41	1719712,87	7,97	26/11/2005	33,00	2,28	4800x3351
B	392704,32	1723643,00	6,52	13/02/2007	14,40	1,54	4800x4013
C1	379431,70	1710122,04	8,18	06/05/2006	37,08	1,90	4800x3351
C2	379406,95	1704814,37	8,18	06/05/2006	21,33	1,95	4800x3351
C3	370793,95	1704227,75	8,18	06/05/2006	21,25	1,94	4800x3351
C4	370821,61	1710162,34	8,18	06/05/2006	32,26	1,85	4800x3351
D	373664,19	1718112,68	15,09	2005	27,40	3,49	4800x3089

Tabla 3.12: Información geográfica e información ráster de las imágenes satelitales (Fuente: Google Earth y ArcGIS 9.2)

Para la georreferenciación de las imágenes satelitales se siguió el siguiente proceso:

1.- Georreferenciación de los mapas cartográficos de la zona (1611wgs84 y 1603wgs84) en formato ráster IMAGINE image, mediante el método de los puntos de control con el teclado. Para ello, seleccionamos cuatro puntos en el mapa de los cuales conocemos sus coordenadas (corte de las líneas verticales con las horizontales) e introducimos dichas coordenadas en el del sistema de información geográfica (Programa ArcGIS 9.2).

2.- Georreferenciación de las imágenes a partir de los planos georreferenciados mediante el método de los puntos de control. En la georreferenciación de cada imagen se seleccionan siete puntos de control repartidos por la misma. Estos puntos deben ser fácilmente identificables tanto en el mapa como en la imagen (cruce de carreteras y caminos, puentes, accidentes geográficos claros y permanentes en el tiempo, etc.), se seleccionan dichos puntos en la imagen y luego se buscan el plano.

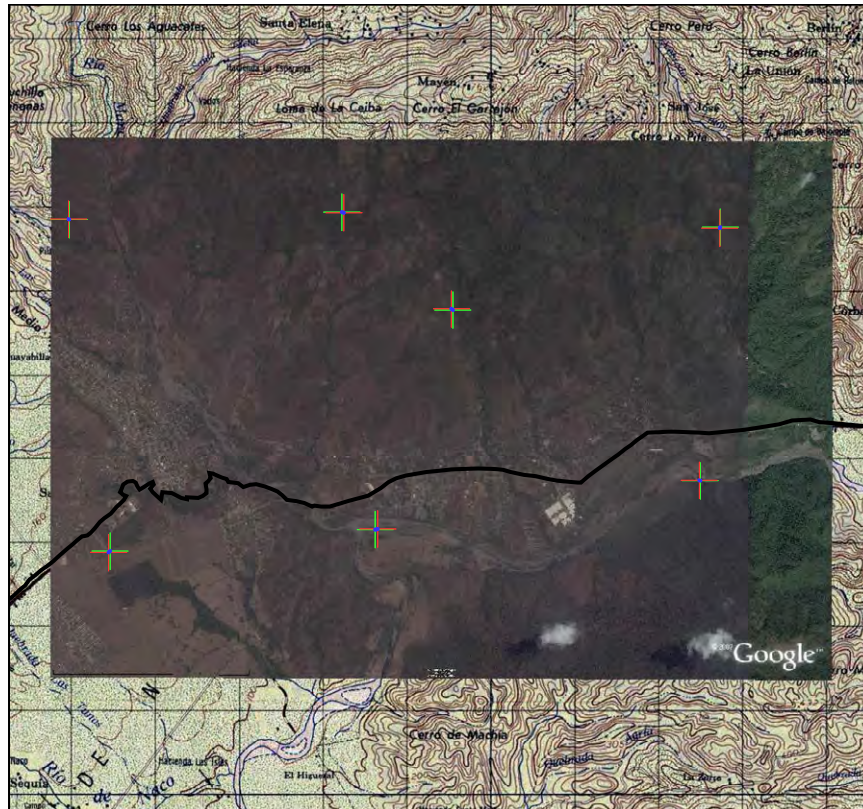


Figura 3.45: Ejemplo de georreferenciación de una de las imágenes satelitales.

En el Anexo IV del presente documento se muestran las coordenadas de los puntos de control seleccionados en la georreferenciación de cada una de las imágenes

En la georreferenciación de las imágenes siempre existe un error medio cuadrático total (RMS por sus siglas en inglés -root mean square error-). El RMS se calcula como la raíz cuadrada de las desviaciones entre los valores observados y los estimados por la regresión cuando se hace la corrección geométrica de la imagen. También puede calcularse el RMS para cada punto, como la raíz de los residuales al cuadrado para ese punto. Este valor no es más que la distancia entre sus coordenadas reales y las estimadas por la regresión de mínimos cuadrados. Para este caso, la calidad de la regresión geométrica puede valorarse comparando, para cada punto de control, las coordenadas estimadas por la regresión con las reales. El promedio de los residuales es lo que conocemos como error medio cuadrático. Es decir, el RMS se puede usar para evaluar la calidad general del ajuste.

Podemos apreciar en la tabla 3.12, que el Total RMS error que aparece en la georreferenciación de las imágenes no supera los 40 metros en ninguno de los casos, un error admisible teniendo en cuenta el objeto del estudio a realizar, el nivel de precisión necesario, la escala adoptada y la dificultad para lograr una mayor precisión en la georreferenciación de imágenes obtenidas de Google Earth, ya que su proyección ortogonal no se ajusta completamente a la realidad.

3.3.3 Trabajo de campo

El trabajo de campo realizado comenzó en el mes de Enero de 2009 con el acompañamiento de Orlin Alvarenga, habitante de la comunidad de Buenos Aires, guía del Parque Nacional Cusuco y gran conocedor de la flora y fauna de la Zona de Reserva del Merendón.

Dicho trabajo ha consistido en la realización de 13 giras de campo con el propósito de cubrir la mayor área posible de la reserva.

Fecha	Comienzo de la gira	Final de la gira
27/01/09	Buenos Aires	Los Ladrillos
29/01/09	Naranjito	San José de Manchaguala
30/01/09	“Las Antenas”	El Pastal (Cáritas)
31/01/09	Buenos Aires	Parque Nacional Cusuco
18/02/09	“Las Antenas”	La Virtud - La Unión
19/02/09	La Unión	Buenos Aires
24/02/09	Guadalupe de Bañaderos	Naranjito
25/02/09	Peñitas Arriba	San Pedro Sula
10/03/09	Buenos Aires	Cofradía
11/03/09	“Las Antenas”	Neblinas – Las Brisas – El Pastal (Cáritas)
13/03/09	“Las Antenas”	Buena Vista
14/03/09	Buena Vista	Cofradía - San Pedro Sula
25/03/09	“Las Antenas”	La Pita
28/03/09	El Zapotal Norte	San Pedro Sula

Tabla 3.13: Giras campo realizadas en la toma de puntos de verdad

Para la realización del trabajo de campo, se ha descartado una toma de puntos sistemática por la gran dificultad de acceso a muchas zonas de la reserva (ver el mapa de carreteras, figura 3.22), especialmente en las cuencas hidrográficas del río Naco, río Piedras y río Santa Ana. Por ello, se han planificado las giras de campo con el objetivo de cubrir el mayor área posible dentro de la reserva.

En cada una de las giras de campo se registraron distintos puntos dedicados a los diferentes usos de suelo, a los que llamamos puntos de verdad de campo. Se ha tratado siempre de obtener una muestra representativa de cada uso de suelo y de cada formación vegetal existente en cada área accesible de la Zona de Reserva del Merendón. Por lo tanto, teniendo en cuenta las limitaciones y circunstancias existentes, se ha decidido adoptar un criterio subjetivo para la toma de puntos de verdad de campo, rechazando un muestreo sistemático o aleatorio.

Se tomaron un total de 1.211 puntos de verdad de campo, distribuidos de la siguiente manera:

- Agricultura tradicional: 226 puntos
- Pastizales: 162 puntos
- Matorral: 133 puntos
- Asentamientos humanos: 44 puntos
- Suelo desnudo: 3 puntos
- Bosque latifoliado: 455 puntos
- Bosque de pino: 92 puntos
- Bosque mixto: 82 puntos
- Bosque nublado: 14 puntos

Se registraron las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de verdad de campo con un GPS Garmin eTrex Vista HCX de tres maneras distintas:

- a.- Puntos de fácil acceso. Directamente registrados en el GPS,
- b.- Puntos de difícil acceso situados a una distancia menor de 100-150 metros. Localizados en el Sistema de Información Geográfica mediante el registro en el GPS de un punto de referencia, el rumbo y la distancia aproximada a dicho punto,
- c.- Puntos de difícil acceso visualizados a mayor distancia y fácilmente identificables en un mapa (quebradas, picos, puertos...). Localizados en el SIG mediante el registro en el GPS de un punto de referencia, el rumbo y la descripción de la situación geográfica de dicho punto.

Todos los puntos registrados en el GPS fueron descargados al SIG con el programa DNR Garmin.



Figura 3.46: Registro de puntos con GPS

Todo este trabajo de campo se realizó con el apoyo de los mapas topográficos de la zona, anotando los siguientes campos (siempre que fuese necesario) en los estadillos pertinentes:

- Número del punto de verdad de campo,
- Número del punto de referencia registrado en el GPS (no siempre coincide ya que desde un mismo punto de referencia registrado en el GPS se pueden visualizar varios puntos de verdad de campo),
- Rumbo al punto de verdad de campo,
- Distancia al punto de verdad de campo,
- Descripción de la situación geográfica del punto de verdad de campo,
- Uso de suelo del punto de verdad de campo.

La base de datos de todos los puntos de referencia registrados en el GPS y los puntos de verdad de campo con sus respectivas coordenadas y su uso de suelo, se puede consultar en el CD adjunto al presente estudio.

3.3.4 Metodología empleada para la elaboración del mapa de usos de suelo

De los datos de sensores remotos se puede obtener información mediante dos formas, ya sea por medio de interpretación visual o por clasificación digital. La primera es la más difundida ya sea tanto en imágenes satelitales como aéreas.

Para la elaboración del mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2009, hemos empleado ambas metodologías debido a que la imagen D, imagen que cubre la cuenca del río Frío y la zona norte de la cuenca del río Manchaguala, no es suficientemente buena para hacer una interpretación visual de los distintos usos de suelo existentes.

Digitalización de una imagen en pantalla y conversión al formato vectorial

Las imágenes vectoriales son especialmente útiles cuando trabajamos con sistemas de información geográfica. El programa ArcGIS 9.2 utilizado permite crear, editar y administrar coberturas vectoriales utilizando como información de fondo cualquier imagen en formato ráster.

En nuestro estudio, ocho de las nueve imágenes utilizadas para la elaboración del mapa de usos de suelo (imágenes A1, A2, A3, B, C1, C2, C3 y C4, que en conjunto cubren prácticamente 29.000 hectáreas de las 39.953 de la Zona de Reserva del Merendón), tienen un tamaño de píxel en torno a los dos metros de lado (tabla 3.12), resolución espacial apropiada para digitalizar la imagen en pantalla mediante una interpretación visual, obteniendo directamente un mapa de usos de suelo y vegetación en formato vectorial. En este caso, los distintos usos de suelo definidos son fácilmente identificables en la imagen satelital.

En la siguiente figura apreciamos que esta digitalización se ha realizado con el apoyo de la base de datos de puntos de verdad de campo obtenida previamente.



Figura 3.47: Digitalización en pantalla de una imagen y conversión al formato vectorial

Cabe destacar que en el proceso de interpretación visual de las imágenes, nos hemos encontrado con áreas parcialmente cubiertas por nubes en las que resulta imposible distinguir el uso de suelo. Estas áreas se corresponden con las proximidades de la Montaña de San Ildefonso hacia el sur. Estas áreas son de difícil acceso por la inexistencia de caminos y poblaciones ya que se encuentran en la zona núcleo y zona de de amortiguamiento del Parque Nacional Cusuco.

Por la existencia de esta figura de protección en este área y por la inexistencia de comunidades en sus alrededores, se ha considerado que estas áreas han permanecido inalteradas, por lo que se les ha adjudicado el mismo uso de suelo descrito en el mapa de usos de suelo de 2001.

Clasificación digital supervisada

El proceso de clasificación multispectral de una imagen de satélite en formato digital consiste en la agrupación automática de píxeles en distintas categorías, ya sean predefinidas por el usuario (clasificación supervisada) o por el sistema de clasificación utilizado (clasificación no supervisada). De este proceso resulta un archivo de una sola banda ráster temático, con diferentes categorías cuyos valores representan categorías temáticas conocidas o por definir, tales como cobertura forestal, uso de la tierra, etc. (Harald y Mies, 1997).

A diferencia de la clasificación no supervisada, la cual es ejecutada por el sistema independientemente del analista o con muy poca participación de este, la clasificación supervisada es un proceso controlado minuciosa y continuamente por el analista en sus diferentes fases. El analista selecciona los píxeles o las áreas de la imagen que representan las clases de información buscadas, con la ayuda de recorridos de campo, de fotografías aéreas, de sus conocimientos locales y de su familiarización con la respuesta espectral de las diferentes categorías a ser clasificadas.

Algunas de las condiciones que propician la obtención de buenos resultados en el proceso de clasificación supervisada son las siguientes:

- Disposición de fuentes de referencia confiables
- Áreas de entrenamiento fácilmente reconocibles y homogéneas
- Pocas categorías a ser clasificadas y bien definidas
- Disposición de datos adicionales georreferenciados en formato digital (Harald y Mies, 1997).

Todas estas condiciones se reúnen en nuestro área y objeto de estudio.

En este estudio se ha realizado una clasificación supervisada previa de todos los píxeles de la imagen D, correspondiente a la cuenca del río Frío, en nueve grupos utilizando el método de clasificación “Natural Breaks (Jenks)” en función del valor radiométrico (desde 0 hasta 255) de cada píxel. Para ello, se utilizó una única banda espectral de la imagen multiespectral de tres bandas (RGB) disponible.

A continuación se realizó una conversión de la imagen del formato ráster al formato vectorial, para digitalizar directamente en pantalla clasificando píxeles con características espectrales similares, editando así polígonos de mayor tamaño correspondientes a cada uso de suelo.

Se ha trabajado con píxeles de una hectárea de superficie, la elección de esta superficie es adecuada con el nivel de detalle requerido para el objeto de nuestro estudio y con la escala de trabajo adoptada. Hay que señalar que se intentó disminuir el tamaño del píxel, pero en ocasiones, debido al gran aumento de píxeles en pantalla, la capacidad de procesamiento de imágenes del equipo se convierte en un factor limitante, otro motivo para la elección de píxeles de 100 metros de lado.

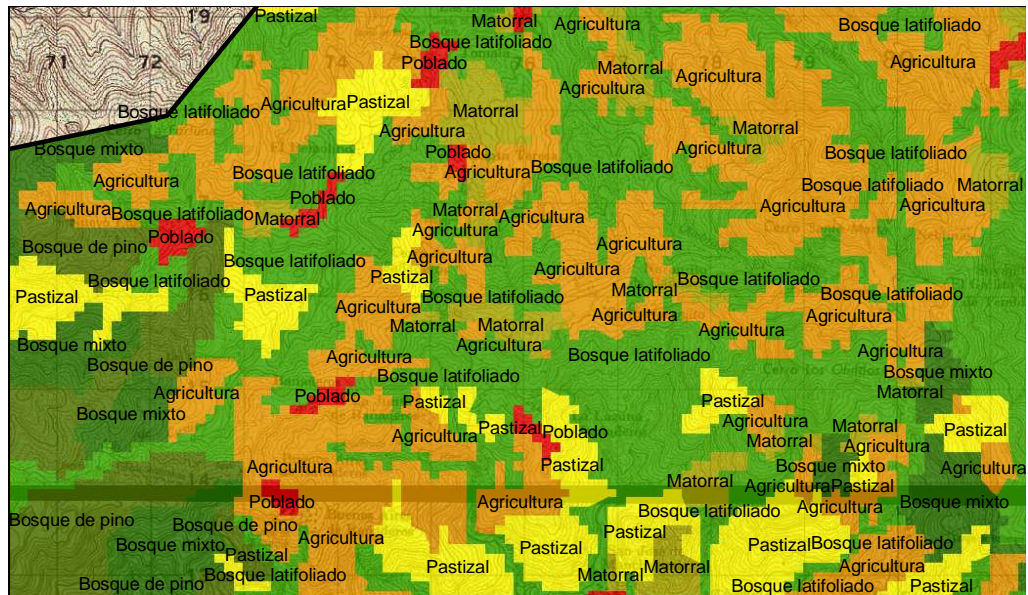


Figura 3.48: Ejemplo de clasificación digital supervisada

Hay que señalar que con este método ha sido más difícil conseguir la precisión obtenida con método anterior. Por ejemplo, surgen muchas dificultades a la hora de distinguir distintos tipos de bosques. Por eso, se ha apoyado la clasificación digital de esta imagen con un trabajo de campo más exhaustivo. Una amplia mayoría de los puntos de verdad de campo (824 de 1.211) han sido tomados en las 11.000 hectáreas que cubre la imagen D, significativamente más pequeña que la zona digitalizada por interpretación visual, próxima a las 29.000 hectáreas.

A partir de los polígonos en formato vectorial de una hectárea y los puntos de verdad campo, se han agrupado dichos polígonos para la obtención de polígonos de mayor superficie que representan las áreas con diferentes usos de suelo.

En la siguiente figura apreciamos el mayor trabajo de campo realizado en este área correspondiente al sector noroccidental de la reserva.

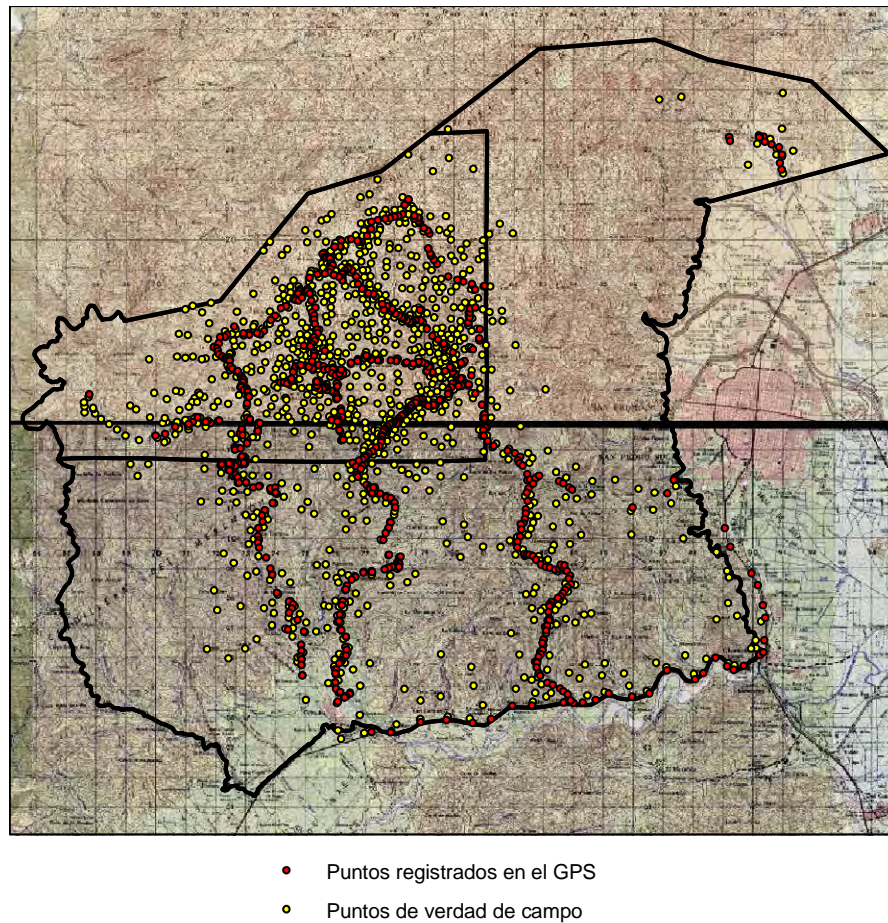


Figura 3.49: Representación geográfica del trabajo de campo realizado

A continuación, se suavizaron los límites de cada polígono obtenido en este área para finalmente unirlos con los polígonos digitalizados, correspondientes al resto del área de la Reserva obteniendo el mapa de usos de suelo y vegetación de 2009 definitivo.

Como podemos apreciar en la figura anterior, hay zonas que no han sido muestreadas: la cuenca hidrográfica del río Naco y gran parte de la franja oriental de la reserva. Esto se debe a la inaccesibilidad de estas regiones donde no existen asentamientos humanos ni vías de acceso. Además, en estas áreas inaccesibles hay presencia de bosques inalterados como hemos podido comprobar en las imágenes satelitales y las entrevistas realizadas a los pobladores, no se ha considerado imprescindible realizar un trabajo de campo tan costoso en áreas cuyo uso principal es indudablemente el forestal.

3.4 Análisis de la evolución del territorio

3.4.1 Evolución del mapa de uso de suelo

Para el análisis de la evolución de usos de suelo en la Zona de Reserva del Merendón, en primer lugar, presentamos los mapas y las respectivas superficies destinadas a cada uso de suelo en 1992, 2001 y 2009.

A continuación, con la ayuda de la caja de herramientas del sistema de información geográfica ArcGIS 9.2, obtenemos nuevos mapas y calculamos las superficies objeto de estudio de cada uno ellos.

Exponemos a continuación el proceso de elaboración del mapa de pérdidas de superficie forestal. El resto de mapas elaborados para el estudio de la evolución de los cambios en el uso de suelo siguen el mismo esquema, únicamente hay que cambiar las capas y características pertinentes.

1.- Creación de una capa de pérdida de superficie forestal entre los años 1992 y 2001.

En la capa de uso de suelo de 1992 seleccionamos únicamente la superficie con un uso de suelo forestal, del mismo modo en la capa de usos de suelo de 2001 seleccionamos la superficie con un uso de suelo distinto al forestal.

A continuación, realizamos la intersección de las dos capas anteriores obteniendo una nueva capa que expone la superficie que en 1992 tuvo un uso de suelo forestal y en 2001 dejó de tenerlo.

2.- Creación de la capa de pérdidas de superficie forestal entre los años 2001 y 2009.

Procedemos de la misma manera cambiando los criterios de selección, en este caso seleccionamos el uso de suelo forestal en la capa de 2001 y todos los usos de suelo no forestal en la capa de 2009.

3.- Creación de la capa de pérdida de superficie forestal entre los años 1992 y 2009.

Unimos las capas resultantes de los dos apartados anteriores obteniendo de este modo una capa de pérdida de superficie forestal de cada periodo temporal estudiado.

Para una posterior exposición de los datos clara y concisa, se agrupan los polígonos obtenidos en función del período de deforestación y del uso de suelo posterior a esta pérdida de superficie forestal. Para ello, editando la tabla de atributos, agrupamos los polígonos resultantes con los mismos atributos

4.- Calculo de superficie de cada polígono.

Para un análisis de la evolución de las pérdidas de superficie forestal debemos conocer la superficie de cada uno de los polígonos expuestos anteriormente. Para ello, creamos una nueva columna en la tabla de atributos y calculamos su superficie prestando atención en el sistema de coordenadas y unidades adecuado, en nuestro caso, WGS 1984 UTM Zone 16N y hectáreas respectivamente.

Hemos procedido de igual manera para la elaboración del mapa de ganancia de superficie forestal, así como para la elaboración los mapas de pérdida y ganancia de cada uno de los usos de suelo presentes en la reserva: agricultura tradicional, pastizales, matorral, asentamientos humanos y suelos desnudos.

Debido a que las causas de los cambios de uso de suelo producidos son diferentes en cada una de las cuencas hidrográficas de la reserva, hemos decidido analizar estos datos también de manera separada en cada una de las cuencas. Como ejemplo, basta decir que las causas de deforestación en la zona rural de la reserva difieren mucho de las causas de la zona peri-urbana.

Para ello, con cada uno de los mapas obtenidos anteriormente (referentes a toda la Zona de Reserva del Merendón), creamos nuevas capas exclusivas de cada cuenca recortando los mapas de pérdida y ganancia de superficie con el área de cada cuenca hidrográfica presente en la zona de reserva. De nuevo, procedemos a calcular la superficie de los nuevos polígonos creados.

Por último, exponemos las causas y consecuencias de todos los cambios de uso de suelo producidos.

Para evitar una equivocada interpretación de los resultados y de los gráficos obtenidos, vamos a hacer una aclaración de cómo se ha procedido al análisis de los resultados y del lenguaje utilizado con el objetivo de una clara exposición de los resultados:

- Entendemos por pérdida de superficie forestal al total de la superficie cuyo uso de suelo en 1992 es forestal y en 2001 tiene cualquier otro uso de suelo. Esta definición es igualmente aplicable al periodo comprendido entre 2001 y 2009. Del mismo modo vamos denominar pérdida de superficie agrícola, pérdida de pastizales, pérdida de matorral, pérdida de asentamientos humanos y pérdida de suelo desnudo al equivalente cambio de uso de suelo en cada caso.

Los valores de las pérdidas que figuran en las tablas del capítulo de resultados adquieren valores negativos.

- Entendemos por ganancia de superficie forestal al total de la superficie cuyo uso de suelo en 1992 es distinto al uso forestal y en 2001 adquiere un uso de suelo forestal. Esta definición es igualmente aplicable al periodo comprendido entre 2001 y 2009. Del mismo modo vamos denominar ganancia de superficie agrícola, ganancia de pastizales, ganancia de matorral, ganancia de asentamientos humanos y ganancia de suelo desnudo al equivalente cambio de uso de suelo en cada caso.

Los valores de las ganancias que figuran en las tablas del capítulo de resultados adquieren valores positivos.

- Al presentar en una tabla o un gráfico el uso de suelo posterior a la deforestación, nos referimos a la superficie que cada uso de suelo distinto al forestal ha ocupado en la superficie deforestada en el siguiente año de estudio. Por lo tanto, cuando hay pérdida de superficie forestal, presentamos a continuación el uso de suelo posterior.

Esta explicación es extrapolable al resto de usos de suelo existentes en la reserva.

- Al presentar en una tabla o un gráfico el uso de suelo anterior de la superficie forestal recuperada, nos referimos a la superficie que cada uso de suelo distinto al forestal ocupaba con anterioridad el área donde ha habido regeneración de la cubierta arbórea en el año de estudio anterior. Por lo tanto, cuando hay ganancia de superficie forestal, presentamos a continuación el uso de suelo anterior.

Esta explicación es extrapolable al resto de usos de suelo existentes en la reserva.

Siempre que analizamos los resultados obtenidos, vamos a diferenciar entre los dos intervalos temporales estudiados, entre 1992 y 2001 y entre 2001 y 2009, con el objetivo de distinguir las tendencias existentes en ambos periodos y analizar esta evolución en los distintos usos de suelo.

3.4.2 Evolución de las pérdidas de suelo

Una consecuencia inmediata de los cambios en el uso del suelo, especialmente la pérdida de masas arbóreas, es el aumento de las pérdidas de suelo por erosión.

Para estimar estas pérdidas de suelo, se realiza el cálculo de caudales sólidos mediante el método RUSLE con el sistema de información geográfica ArcGIS 9.2. Partiendo de la hipótesis de que todas las variables de la ecuación empleada para su cálculo excepto el factor de cultivo o vegetación permanecen constantes en el intervalo de tiempo estudiado, se analiza la relación entre la erosión superficial y los cambios en el uso de suelo producidos durante los años 1992, 2001 y 2009.

A continuación, vamos a describir brevemente como se ha realizado el cálculo de pérdidas de suelo y cada uno de sus factores. El Proyecto Fin de Carrera *Ordenación Agrohídrológica de la cabecera del río Frío en la Zona de Reserva del Merendón (Honduras)* realizado por el ingeniero De Blas Moncalvillo (2008), que estudia las pérdidas de suelo de la cuenca del río Frío perteneciente a la Zona de Reserva del Merendón, ha sido utilizado como guía metodológica en este apartado.

El método empírico Universal Soil Loss Equation (USLE) para la predicción de pérdida de suelo fue desarrollado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) Agricultural Research Service en colaboración con el USDA Soil Conservation Service.

Su ecuación fue formulada inicialmente por Wischmeier y Smith (1978). Es una ecuación establecida empíricamente para predecir exclusivamente la erosión laminar y en regueros en áreas relativamente pequeñas y, aunque tiene en cuenta todos los factores que afectan a la erosión pluvial, posee algunas limitaciones. Responde a la siguiente expresión:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Donde,

- A, son las pérdidas de suelo en toneladas por hectárea y año (t/ha·año).
- R, es el índice de erosión pluvial o factor de lluvia ($J \cdot cm/m^2 \cdot h$) referido a un año.
- K, es el factor de erosionabilidad del suelo ($t \cdot m^2 \cdot h/ha \cdot J \cdot cm$) referido a un año.
- L, es el factor de longitud del talud (adimensional).
- S, es el factor de pendiente del talud (adimensional).
- C, es el factor de cultivo o de vegetación (adimensional).
- P, es el factor de prácticas de conservación del suelo (adimensional).

RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) es la ecuación USLE revisada, usa los mismos principios empíricos que USLE, sin embargo incluye numerosas mejoras: un nuevo factor de erosionabilidad K, variable estacionalmente; modificaciones del factor topográfico L·S, para tener en cuenta la susceptibilidad de los suelos a la erosión en regueros; y un nuevo procedimiento para contabilizar el factor de vegetación C mediante el producto de varios subfactores, que tienen en cuenta el uso precedente del suelo, el follaje de los cultivos, la cobertura superficial (mulch y vegetación sobre el terreno), y la rugosidad superficial. Representa la pérdida promedio de suelo sobre un periodo de tiempo y en un área total. Responde a la siguiente expresión

$$E_r = R \cdot K \cdot (L \cdot S)_r \cdot C \cdot P$$

El método RUSLE presenta los mismos componentes que la USLE, excepto el factor topográfico L·S, que para incorporar el impacto de la convergencia del flujo, cambia la longitud de pendiente por el área contribuyente aguas arriba por unidad de ancho de curva.

Con este método RUSLE se supone que la capacidad de transporte excede a la capacidad limitada de desprendimiento. Y hay que recalcar, que los datos obtenidos son orientativos, ya que esta ecuación sólo puede ser aplicada apropiadamente en áreas que sufren erosión neta, por lo que las áreas con deposición deberían ser identificadas y excluidas del análisis con RUSLE, lo que supondría en nuestro caso, un laborioso trabajo que no se ha considerado necesario desarrollar.

Se calcularán las pérdidas de suelo en cada año con el sistema de información geográfica, lo cual facilitará los cálculos, ya que tenemos los mapas necesarios para dicho procedimiento. Para ello, nos basamos en el trabajo de De Blas Moncalvillo (2008), que a su vez utiliza el texto no publicado *Metodologías para la determinación del Factor L-S del USLE/RUSLE mediante el uso de SIG* de Giménez Martín.

En primer lugar calculamos los valores de los factores K, C, y R. Con los valores obtenidos de los factores C (de cada año) y K, creamos las capas en formato ráster para su posterior análisis. No tendremos en cuenta el factor P ya que su valor es la unidad como explicaremos a continuación.

Índice de erosión pluvial o factor de lluvia R

Para el cálculo del índice de erosión pluvial o factor de lluvia, hemos utilizado el valor deducido por De Blas Moncalvillo (2008) en la cuenca del río Frío perteneciente a la reserva del Merendón:

El valor del índice de erosividad de las lluvias es relativamente constante para cada área geográfica, puesto que se trata de un valor promedio anual. En nuestro caso, a falta de otros datos, se optó por hallar el valor de R, en función de una de las ecuaciones de regresión facilitadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Este instituto ha regionalizado México en 14 regiones, para cada una de las cuales ha obtenido una ecuación de regresión en las cuales conociendo el valor de la lluvia promedio anual, nos permite obtener el valor de R anual. De esta manera, se ha hecho un análisis de las diferentes regiones, y se ha escogido aquella región cuyas condiciones climatológicas son más similares a la cuenca, que en este caso ha sido la región XIV Veracruz. Por lo tanto, aplicando la ecuación de regresión correspondiente a dicha región:

$$R = 1,50046 \cdot x + 0,002640 \cdot x^2 \quad ; \text{ donde } x = \text{precipitación media anual}$$

Se han escogido las precipitaciones de la estación de El Gallito, con el objetivo de analizar la situación más desfavorable para la cuenca, y se ha supuesto que todas las subcuencas presentan el mismo valor para el factor R, ya que representaría el valor más desfavorable que se puede presentar en todas ellas. Se ha obtenido el siguiente valor:

$$R = 293,19 \text{ hJ} \cdot \text{cm}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Factor de erosionabilidad de suelo K

Los factores que determinan la erosionabilidad de un suelo son, por orden de importancia, textura, contenido en materia orgánica, estructura y permeabilidad.

El factor de erosionabilidad del suelo cuantifica la erosionabilidad de cada suelo mediante una expresión deducida experimentalmente, y representa la tasa de erosión del suelo por unidad de R, cuando las condiciones de relieve y vegetación son las consideradas estándar, y en la expresión principal de pérdidas de suelo, los factores L, S, C y P valen la unidad.

Esta expresión ha sido traducida a un nomograma que es el empleado para el cálculo del factor K en la zona objeto de estudio (Figura 3.50).

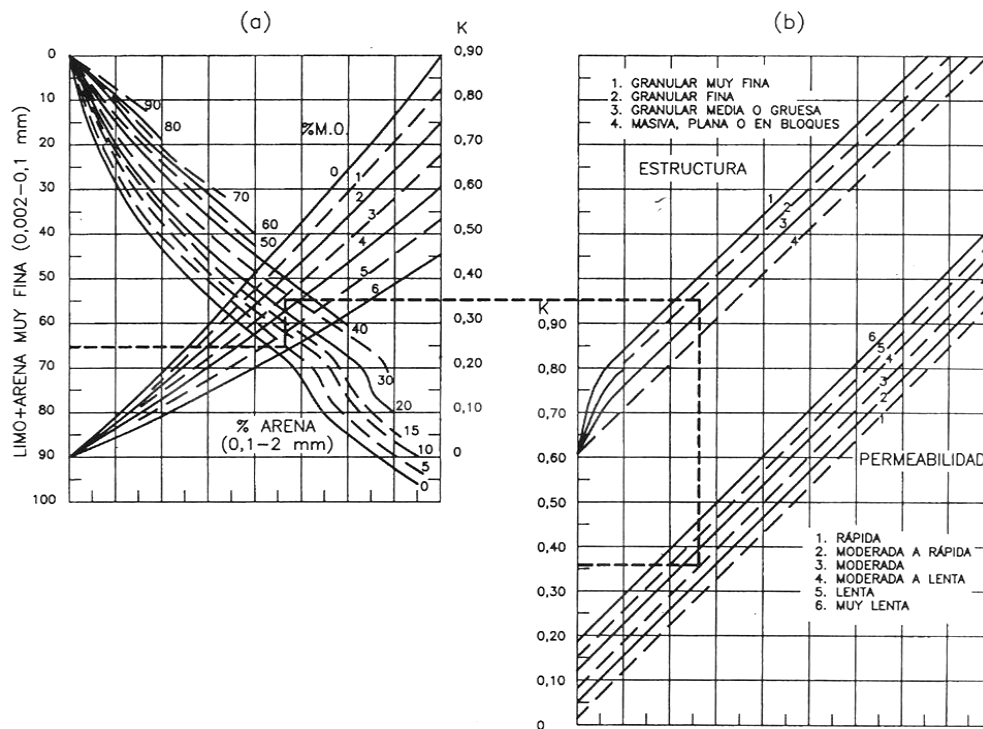


Figura 3.50 Nomograma para el cálculo del factor de erosionabilidad del suelo, a) Cálculo del factor K en primera aproximación, b) Cálculo del factor K en segunda aproximación.

Los datos empleados para este cálculo son los registrados por DIMA (1994b), y están expuestos en el Anexo VII del presente documento.

Factor de vegetación o de cultivo C

El factor de vegetación o de cultivo recoge la influencia que la cubierta vegetal y sus residuos producen sobre el suelo, frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, sino la velocidad de la escorrentía superficial.

Para terrenos en barbecho o completamente desnudos el factor C es la unidad.

Wischmeier y Smith (1978) proporcionan una serie de tablas para el cálculo del factor C. Para cultivos agrícolas tienen en cuenta la forma y el tipo de cultivo, las distintas rotaciones según el periodo del año y su correspondiente porcentaje del valor del factor de lluvia R. Para el caso de vegetación permanente, los valores de C suministrados por estos autores están relacionados únicamente con los porcentajes de las copas o parte aérea de la vegetación, y de la vegetación en contacto con el suelo, pudiendo utilizarse para pastos, baldíos, matorrales y arbustos los valores que se indican en la Tabla 3.14, utilizada para la determinación del factor K en el presente estudio.

CUBIERTA DE COPAS		CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO						
Tipo y altura (2)	% Cubierta (3)	Tipo (4)	Porcentaje de suelo cubierto					
			0	20	40	60	80	> 95
No apreciable		G	0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
		W	0,45	0,24	0,15	0,091	0,043	0,011
Herbáceas altas o matorral bajo, con altura media de caída de la gota de lluvia de 0,5 m.	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
	50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
	75	G	0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
		W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
Cubierta apreciable de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m.	25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,40	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
		W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
	75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
Árboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m.	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
	50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
	75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,041	0,011

- (1) Los valores de C asumen que la vegetación presenta una distribución aleatoria sobre el suelo.
- (2) La altura de copas se mide como altura media de caída de las gotas de lluvia desde la parte aérea de la vegetación. El efecto de las copas es inversamente proporcional a dicha altura media de caída de las gotas de lluvia, siendo nulo si ésta es mayor de 10 m.
- (3) Porción de superficie que quedaría oculta por las copas en una proyección vertical de éstas.
- (4) G: Cubierta sobre el suelo de césped o similares, restos vegetales en descomposición o humus de al menos 5 cm de espesor.
W: Cubierta sobre el suelo de herbáceas de hoja ancha, con escasa extensión lateral de su sistema radical, o residuos vegetales sin descomponer.

Tabla 3.14: Valores del factor C para pastizales, matorral y arbustos (Wischmeier y Smith, 1979).

Teniendo en cuenta que la USLE sólo se refiere a procesos de erosión superficial, es interesante resaltar la mayor protección ofrecida por la vegetación en contacto con el suelo, principalmente de herbáceas, restos vegetales y mulch, que la suministrada por las copas, respecto a las cuales se considera que su efecto es prácticamente nulo cuando su altura media supera los 10 m.

Factor de prácticas de conservación P

El factor de prácticas de conservación recoge la influencia que tienen las prácticas de conservación de suelos sobre las tasas de erosión de una parcela, realizando trabajos culturales o disponiendo la vegetación siguiendo curvas de nivel, en fajas o en terrazas para cortar las líneas de escorrentía. Otras prácticas de conservación como rotación de cultivos herbáceos, tratamientos fertilizantes, cubiertas artificiales, etc., se consideran dentro de los trabajos de cultivo y, por lo tanto, su influencia en las pérdidas de suelo ya están incluidas dentro del factor de vegetación C.

El factor P varía según la pendiente del terreno, y sus valores pueden obtenerse de la tabla propuesta por Wischmeier y Smith.

En el caso de la zona de reserva, se ha considerado para todas las cuencas el valor del factor P como la unidad, ya que existen algunas prácticas de conservación de suelos en algunos cultivos, pero éstas son puntuales e insignificantes para lo que representa la superficie total de El Merendón.

Una vez deducidos los valores del factor C y del factor K, debemos elaborar los mapas en formato ráster que nos permitan calcular las pérdidas de suelo. Se ha decidido trabajar con píxeles de una hectárea, el mismo tamaño con el que se ha elaborado el mapa de uso de suelo de 2009 en la clasificación digital supervisada, y superficie acorde con nuestro objeto de estudio.

Por lo tanto, vamos a asignar a cada hectárea del terreno (a cada pixel del mapa en formato ráster) los valores del factor K y del factor C obtenidos del nomograma de la figura 3.50 y de la tabla 3.14 respectivamente.

Para la elaboración del mapa grid del factor K, convertimos a ráster las características de la capa de series de suelo en formato vectorial obteniendo esta misma capa en el formato deseado. A continuación, hacemos una reclasificación de los valores establecidos por defecto introduciendo los valores del factor K obteniendo así una capa en formato ráster cuyos valores de píxel con los que vamos a trabajar en la calculadora de ráster son los valores del factor K establecido con anterioridad para cada serie de suelo.

Para la elaboración de los mapas grid del factor C de cada uno de los años 1992, 2001 y 2009 procedemos del mismo modo, la única diferencia radica en que ahora hay un valor C para cada uso de suelo en vez de un factor K para cada serie de suelo.

Una vez deducidos todos estos factores y obtenidos los mapas grid correspondientes:

- Mapa grid de elevaciones (denominado “elevation”),
- Mapa grid del factor K (denominado “factorK”),
- Mapa grid del factor C (denominado “factorC”) para cada uno de los años 1992, 2001 y 2009,
- El valor de la constante R.

Seguimos los siguientes pasos:

1.- Calcular el mapa de pendientes en grados a partir del mapa de elevaciones. Obtendremos una nueva capa denominada “slope”.

2.- Escribir las siguientes expresiones en la calculadora de ráster, con las que obtendremos respectivamente las capas de: a) flujo acumulado “flowacc”, y b) factor LS “factor LS”:

a) $\text{FlowAccumulation}(\text{FlowDirection}([\text{elevation}]))$

b) $\text{Pow}([\text{flowacc}]/22.1, 0.4) * \text{Pow}(\text{Sin}([\text{slope}] * 0.01745) / 0.09, 1.4) * 1.4$

3.- Por último, con la calculadora de ráster obtenemos la capa de pérdidas de suelo para cada uno de los años 1992, 2001 y 2009:

$R * [K] * [C] * [P] * [\text{factorLS}]$

Una vez obtenidas los mapas de pérdidas de suelo en los distintos años, procedemos al cálculo de pérdidas de suelo en la totalidad de la Zona de Reserva del Merendón, para realizar su comparación y análisis.

Para ello, convertimos la capa de pérdidas de suelo en formato ráster a un archivo ASCII para poder trabajar con los datos en una hoja de cálculo Excel. Una vez obtenidas tres hojas Excel con las pérdidas de suelo anual de cada hectárea de la reserva en cada uno de los tres años de estudio en cada celda, procedemos fácilmente a la comparación de las pérdidas de suelo producidas en cada año en la totalidad de la reserva del Merendón.

Estudiamos la evolución de las pérdidas de suelo en la Zona de Reserva del Merendón de dos maneras distintas:

a) Comparación de los sumatorios de las pérdidas de suelo de cada hectárea en los distintos años de estudio.

b) Comparación de los resultados obtenidos en cada año con las cifras de referencia establecidas por FAO y PNUMA (1980), en función del grado de erosión hídrica registrado en cada hectárea de la reserva.

Pérdidas de suelo (t/ha·año)	Grado de erosión hídrica
< 10	ninguna o ligera
10 - 50	moderada
50 - 200	alta
> 200	muy alta

Tabla 3.15: Niveles de erosión hídrica (Fuente: FAO y PNUMA, 1980)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evolución del uso de suelo en la Zona de Reserva del Merendón

En este apartado vamos a exponer los mapas de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón acompañando esta información de un gráfico que determina de manera porcentual el grado de ocupación de cada uso de suelo en la reserva en los años 1992, 2001 y 2009. A continuación exponemos y analizamos el número de hectáreas dedicadas a cada uso de suelo en los distintos años en líneas generales.

En los siguientes apartados realizamos un análisis de los resultados y sus causas más pormenorizado.

La siguiente figura representa el mapa de usos de suelo en la Zona de Reserva del Merendón en 1992:

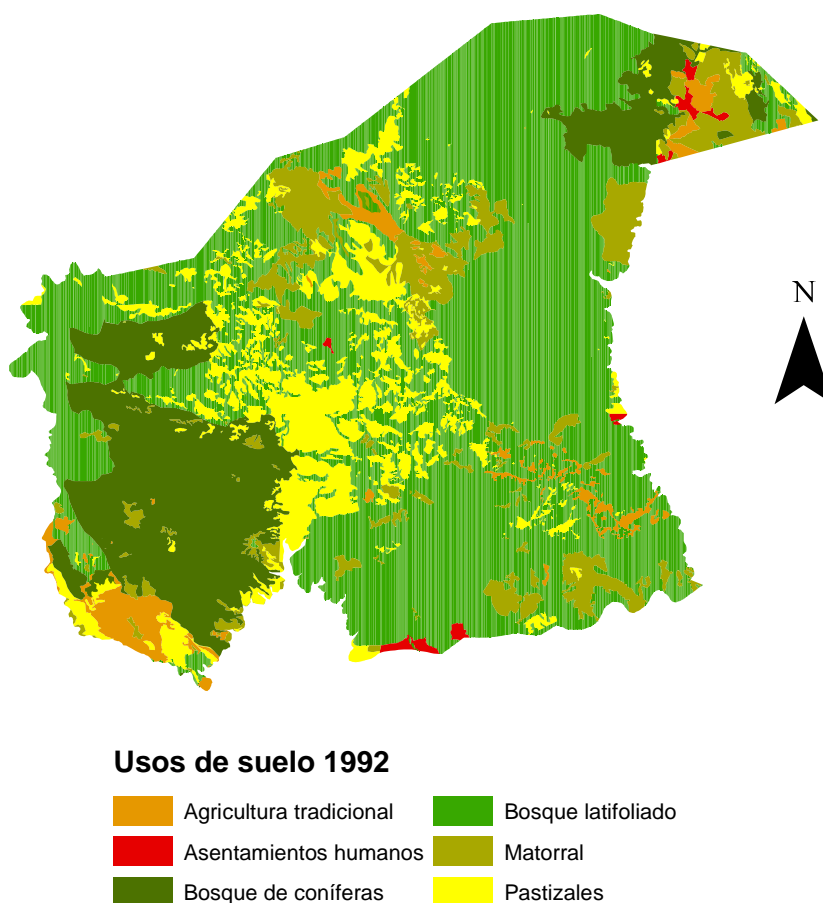


Figura 4.1: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 1992 (Fuente: DIMA)

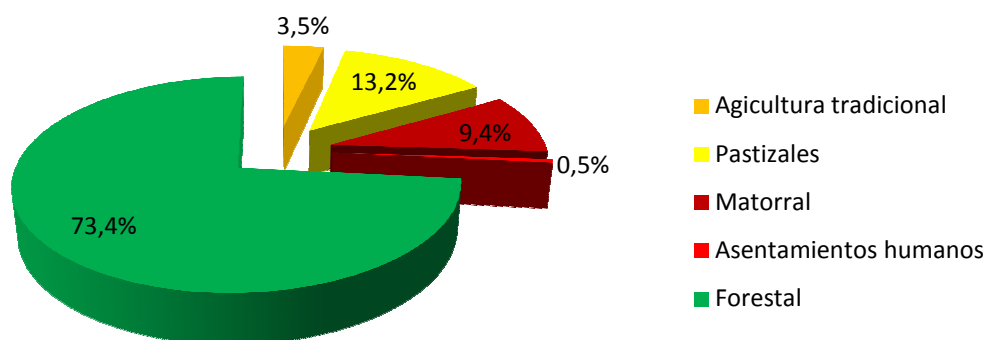


Figura 4.2: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 1992 (Fuente: DIMA)

En líneas generales, podemos apreciar una fracción de superficie cubierta por bosques (tanto de coníferas como latifoliado) que prácticamente alcanza las tres cuartas partes de la reserva, y una superficie dedicada a la actividad ganadera mayor en diez puntos porcentuales que la dedicada a la actividad agrícola.

La siguiente figura representa el mapa de usos de suelo en la Zona de Reserva del Merendón en 2001:

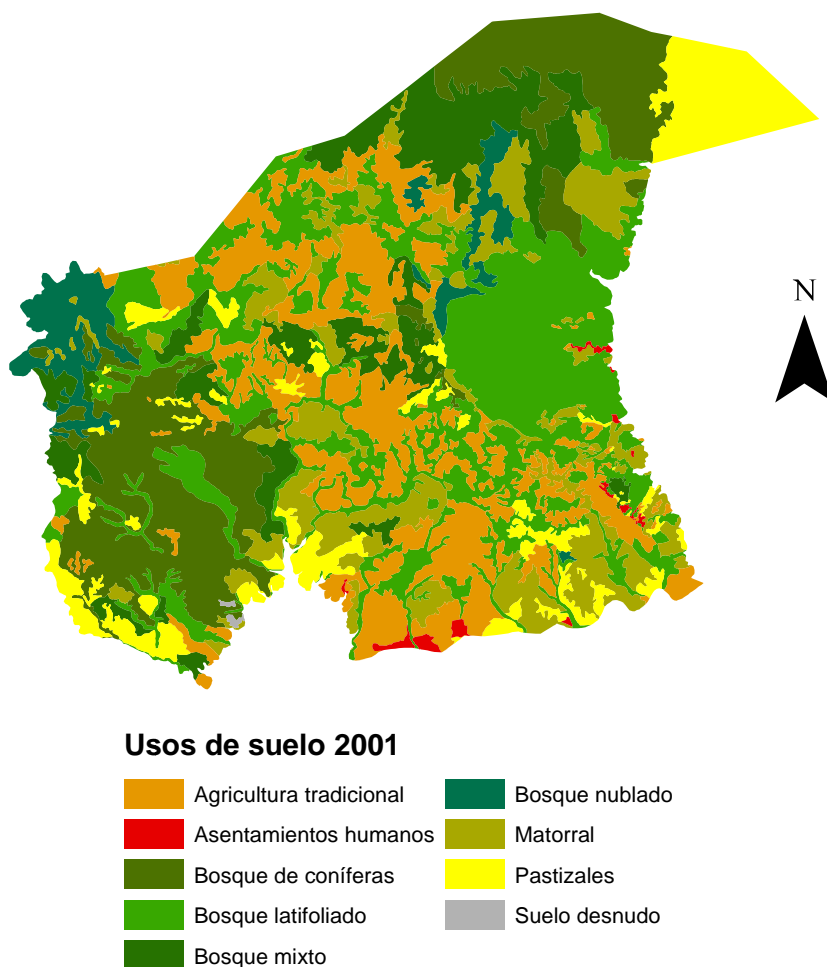


Figura 4.3: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2001 (Fuente: Aguas de San Pedro)

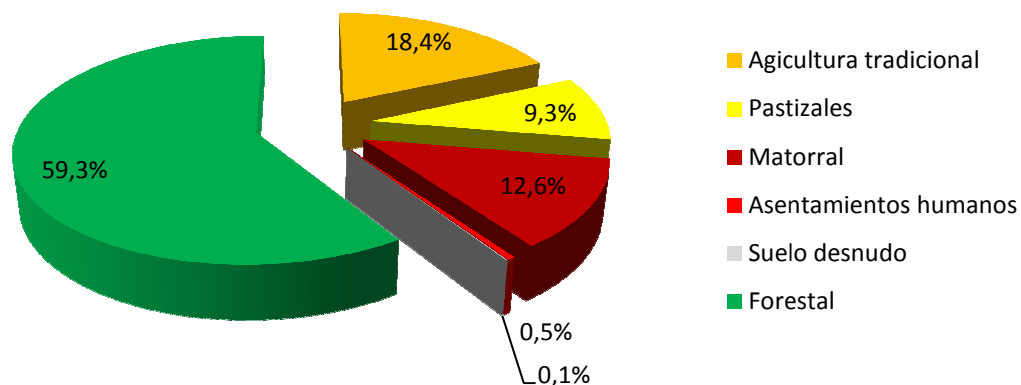


Figura 4.4: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 2001 (Fuente: Aguas de San Pedro)

Apreciamos una disminución de 13 puntos porcentuales en la superficie forestal, y un gran aumento de superficie cultivada, pasando la actividad ganadera a un lugar secundario en 2001.

La siguiente figura representa el mapa de usos de suelo en la Zona de Reserva del Merendón en 2009:

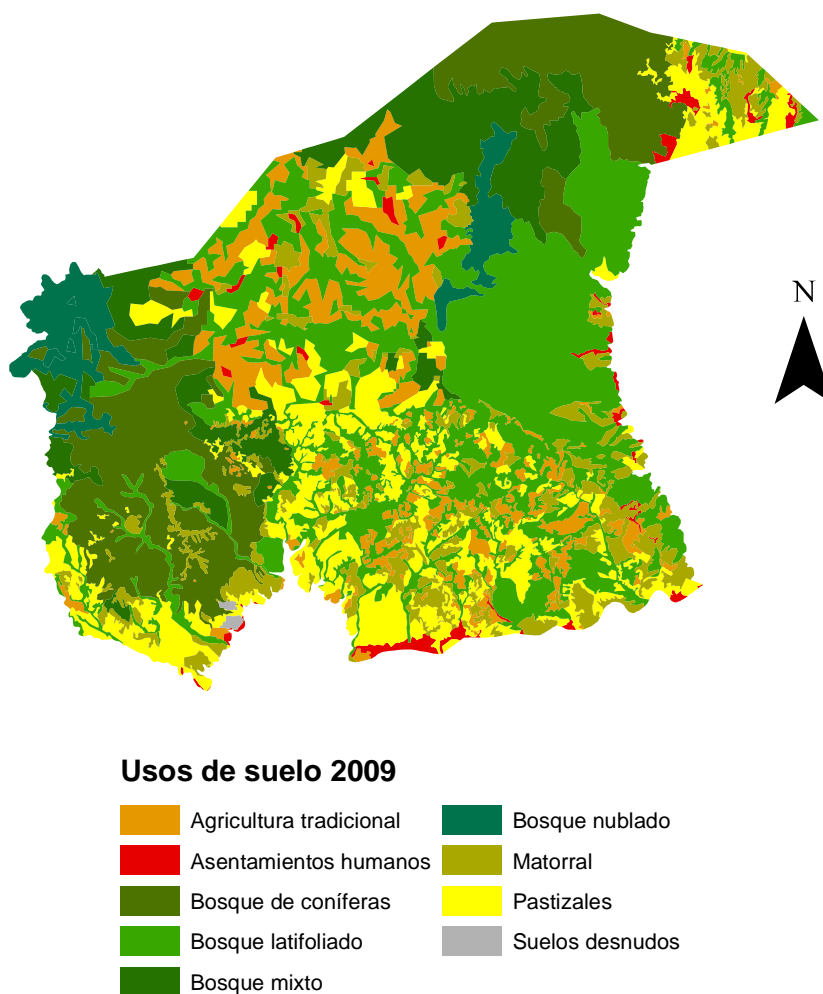


Figura 4.5: Mapa de usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2009

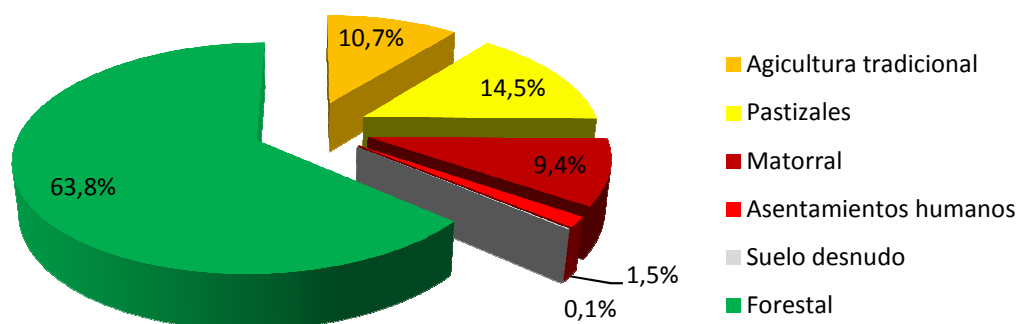


Figura 4.6: Ocupación porcentual de cada uso de suelo de la Zona de Reserva del Merendón en 2009

Existe una ligera recuperación de las áreas forestales y los pastizales vuelven a ocupar de nuevo una superficie mayor que los cultivos.

El mapa de usos de suelo de 2009 georreferenciado y representado con mayor nivel de detalle en DIN-A3 se puede consultar en el Anexo X del presente documento. Además, los mapas de usos de suelo de los años 1992, 2001 y 2009 de la Zona de Reserva del Merendón, se pueden consultar en el CD ajunto a este documento.

Recordamos que los mapas disponibles son una combinación entre el mapa de usos de suelo y el mapa de vegetación para que todos ellos mantengan el mismo formato. Para el estudio de la evolución de los usos de suelo, consideramos uso forestal a todas las formaciones de bosque de coníferas, bosque latifoliado, bosque mixto y bosque nublado.

Las anteriores figuras y diagramas representan gráficamente la ubicación de los distintos usos de suelo y su grado de ocupación en puntos porcentuales. Para el análisis de su evolución vamos a estudiar la superficie que ocupa cada uso de suelo en los distintos años.

Usos de suelo	Superficie (ha)		
	1992	2001	2009
Agricultura tradicional	1398,18	7339,84	4277,26
Pastizales	5270,65	3706,18	5806,59
Matorral	3745,17	5014,63	3751,52
Asentamientos humanos	207,77	182,63	589,19
Suelo desnudo	0	27,35	45,79
Bosque latifoliado	22630,33	10500,22	12537,82
Bosque de coníferas	6701,3	7173,43	6891,51
Bosque mixto	0	4265,28	4212,34
Bosque nublado	0	1743,84	1841,38
Forestal	29331,63	23682,77	25483,05
Total		39953,40	

Tabla 4.1: Evolución de los usos de suelo en Zona de Reserva del Merendón

Para una mejor comprensión visual de la evolución de los usos de suelo hemos considerado apropiado incluir el siguiente diagrama de barras que muestra los datos expuestos anteriormente.

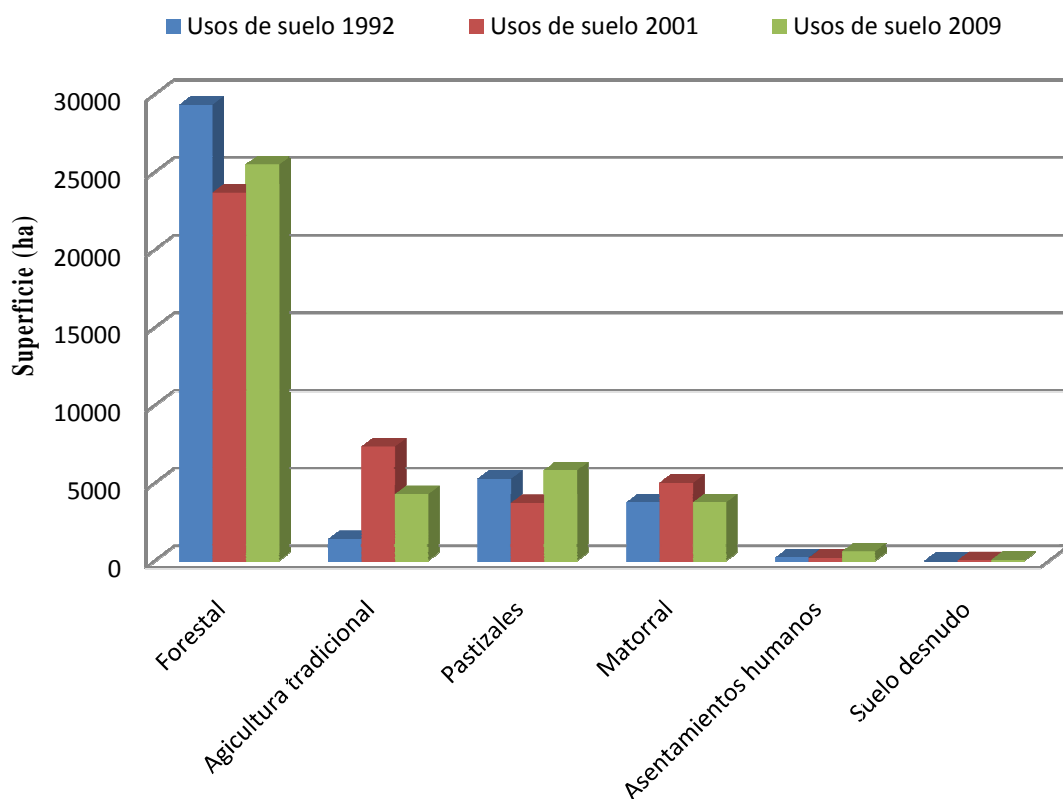


Figura 4.7: Evolución de los usos de suelo en Zona de Reserva del Merendón

En los siguientes apartados hacemos un análisis detallado de las causas de la evolución de los usos del suelo en El Merendón en las distintas cuencas hidrológicas de la reserva. Resumimos las tendencias generales de la evolución del uso del suelo en la reserva en los siguientes puntos:

- Entre los años 1992 y 2001 hay una significativa pérdida de superficie forestal, principalmente causada por la agricultura itinerante. En el siguiente periodo comprendido entre 2001 y 2009, este proceso de deforestación no sólo es contenido, sino que además hay un aumento de superficie forestal. Esto es debido a una importante reducción de las tierras dedicadas a la agricultura, y a la conversión de matorrales en masas forestales.

- Entre 1992 y 2001 hay un gran aumento de la superficie dedicada a la agricultura, pasando de 1.400 a 7.340 hectáreas. En los siguientes años, hasta 2009, la superficie cultivada disminuye hasta las 4.280 hectáreas. Desarrollamos las causas de este significativo dato en los siguientes apartados.

- Los pastizales, con una ocupación en 1992 de 5.270 hectáreas, perdieron superficie alcanzando un mínimo de 3.700 hectáreas en 2001. Posteriormente, la actividad ganadera recobró importancia registrándose más de 5.800 hectáreas en 2009.

- La superficie ocupada por matorral permanece relativamente estable con el paso de los años ocupando una superficie aproximada de 3.750 hectáreas, hay un aumento de esta superficie en 2001, que alcanza las 5.000 hectáreas.

- Los asentamientos humanos y los suelos desnudos tienen muy poca relevancia en cuanto al grado de ocupación del terreno. Destacar un aumento en superficie de 400 hectáreas en los últimos ocho años de los asentamientos humanos.

4.2 Análisis de pérdida y ganancia de superficie forestal

Los resultados más relevantes en nuestro estudio son aquellos relacionados con la evolución de las áreas forestales. Vamos a analizar la pérdida y ganancia de superficie forestal en la reserva, qué usos se han designado a las áreas deforestadas y cuáles han sido los usos previos de las áreas que han recuperado la cubierta arbórea. Todos estos análisis se realizan en el conjunto de la zona de reserva y en cada cuenca hidrográfica perteneciente a ésta.

En el análisis de cada cuenca hidrográfica no vamos incluir los mapas de pérdida y ganancia de superficie forestal, ya que tanto su situación geográfica como dicha información puede ser consultada en las figuras 4.9 y 4.10.

Cuenca hidrográfica	Superficie (ha)	Superficie (%)
Río Manchaguala	11657,1	29,18
Río Frío	8567,17	21,44
Q. Chamelecón	6443,54	16,13
Río Zapotal - Armenta	4616,55	11,55
Río Santa Ana	2654,44	6,64
Río Piedras	2606,99	6,53
Río Naco	2541,48	6,36
Río Mogote - Chachaguala	866,13	2,17
Total Zona de Reserva del Merendón	39953,40	100,00

Tabla 4.2: Superficie de las cuencas hidrográficas de la Zona de Reserva del Merendón

4.2.1 Zona de Reserva del Merendón

Para el análisis de pérdida y ganancia de superficie forestal acontecida en la Zona de Reserva del Merendón y cada una de sus cuencas hidrográficas, vamos a prestar especial atención al uso posterior de las áreas que han perdido su condición de áreas forestales, y al uso previo de las áreas que han recuperado la cobertura arbórea. Para ello, utilizamos tablas y gráficos que exponen claramente la siguiente información:

- Uso de suelo posterior a la deforestación acontecida.
- Uso de suelo anterior a la recuperación de la cubierta arbórea.
- Suma de pérdida y ganancia de superficie forestal en los dos intervalos temporales estudiados entre 1992, 2001 y 2009.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-4394,71	-1416,28	474,14	2029,20
Pastizales	-1683,40	-1294,40	1749,86	1072,38
Matorral	-3143,82	-1229,33	1356,94	2824,99
Asentamientos humanos	-83,63	-202,59		
Suelo desnudo	-13,16	-13,34		
Subtotal	-9318,72	-4155,94	3580,94	5926,56
Total	-13474,66		9507,50	

Tabla 4.3: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón

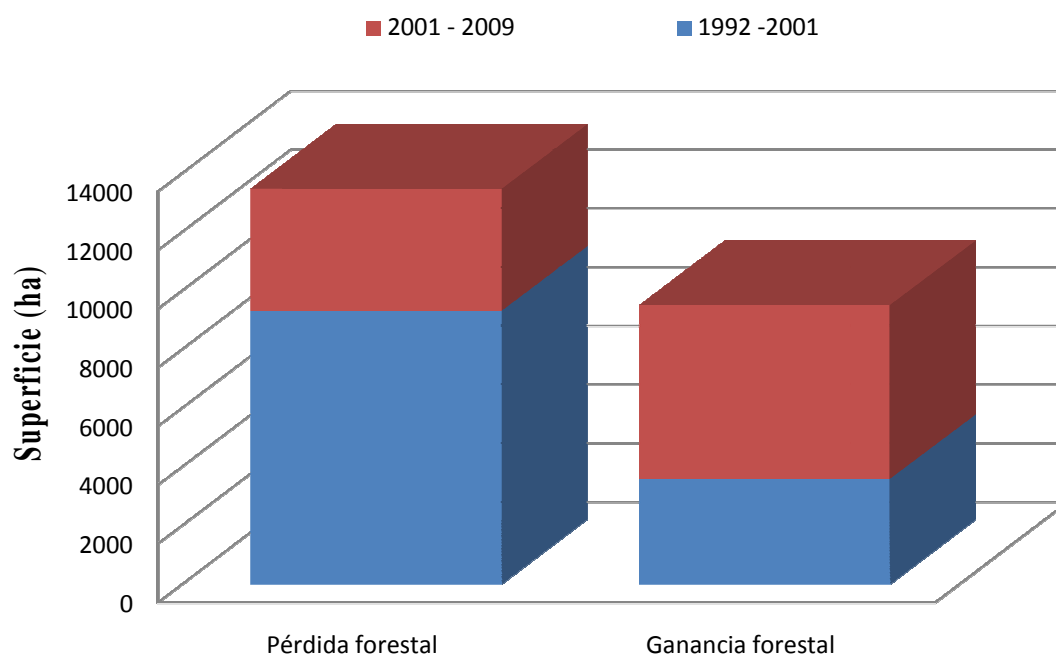


Figura 4.8: Gráfico comparativo entre la pérdida y ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón

También es de gran utilidad señalar la ubicación geográfica de estos terrenos donde se ha producido una pérdida o una ganancia de superficie forestal, ya que las causas y consecuencias de estos cambios en el uso de suelo son diferentes en función de la cuenca hidrográfica en la que el área se localiza.

Por ejemplo, la deforestación sufrida en la cuenca del río Frío, cuya población es rural y se dedica principalmente a la agricultura, responde a otras causas que la deforestación acontecida en la cuenca del río Santa Ana, área prácticamente despoblada y próxima a la ciudad de San Pedro Sula.

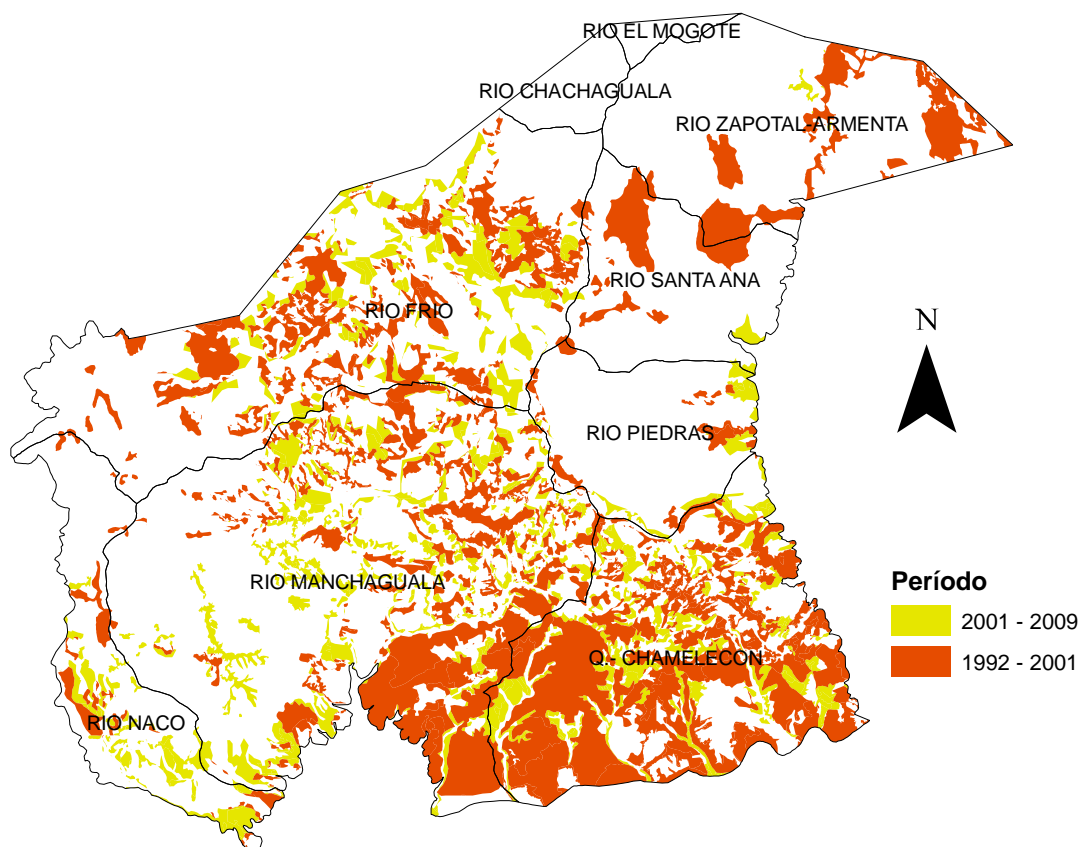


Figura 4.9: Representación gráfica de pérdida de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón

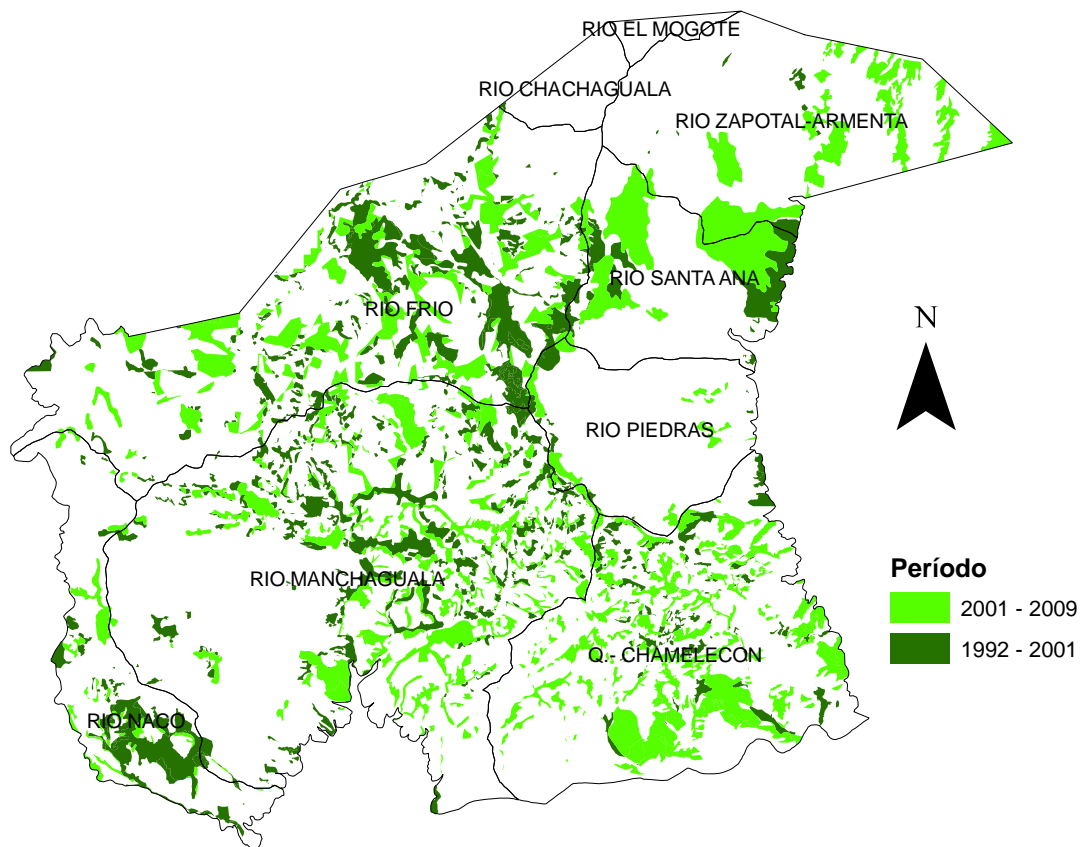


Figura 4.10: Representación gráfica de ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón

Los mapas de pérdida y ganancia de superficie forestal georreferenciados y representados con mayor nivel de detalle en DIN-A3 se pueden consultar en el Anexo X del presente documento.

Podemos constatar en las figuras y tablas anteriores que la pérdida bruta (sin tener en cuenta la ganancia) de superficie forestal entre los años 1992 y 2001 fue superior a 9.300 hectáreas, es decir, hubo una pérdida de más de 1.000 hectáreas anuales en el conjunto de la zona de reserva. Esto equivale a más de un 30% de las 29.331 hectáreas de uso forestal existentes en 1992. En este mismo periodo de tiempo, la ganancia de superficie forestal fue de 3.580 hectáreas, por lo tanto se ha dado un déficit de 5.648 hectáreas de superficie de uso de suelo forestal.

En cambio, entre los años 2001 y 2009, la tasa de pérdida de superficie forestal se redujo a más de la mitad, perdiéndose un total de 4.155 hectáreas en estos ocho años, lo que equivale a una tasa de pérdida de superficie forestal de 520 hectáreas anuales. Además, en este mismo periodo, ha habido un aumento de superficie forestal de casi 6.000 hectáreas, por lo que en conjunto, se ha dado una ganancia neta de 1.800 hectáreas.

Los motivos de este cambio de tendencia dependen de cada cuenca hidrográfica, aunque en líneas generales podemos señalar los principales:

- Mayor control por parte de las autoridades administrativas durante los últimos diez años para poner freno a la deforestación sufrida. Este periodo temporal coincide con la concesión por parte de DIMA a Aguas de San Pedro en 2001 de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de San Pedro Sula y la gestión de la Zona de Reserva del Merendón. Se está tratando de llevar un mayor control en la tenencia de tierras de los agricultores regulando así la agricultura itinerante.

- Emigración de los habitantes en edad de trabajar en agricultura y ganadería desde las zonas rurales hacia los núcleos urbanos para desarrollar otras actividades económicas. De esta manera se emplean menos tierras para dedicar a la agricultura, las parcelas son abandonadas, se convierten en matorral y con el paso de los años pasan a ser áreas forestales.

Analizando estos datos desde otro punto de vista, llegamos a la misma conclusión: entre los años 1992 y 2001, de las 29.331 hectáreas de bosque existentes en 1992, se conservaron 20.150 hectáreas, un 69% de la superficie forestal inicial. Este porcentaje aumentó entre 2001 y 2009, de las 23.682 hectáreas de uso forestal existentes en 2001, se conservaron 19.526 hectáreas, es decir, un 83% de la superficie forestal inicial. En el último periodo hubo una significativa mejora en la conservación de las masas forestales.

A continuación y de acuerdo con los datos de la tabla 4.3, representamos gráficamente el uso de suelo posterior y anterior a la pérdida y ganancia de superficie forestal respectivamente:

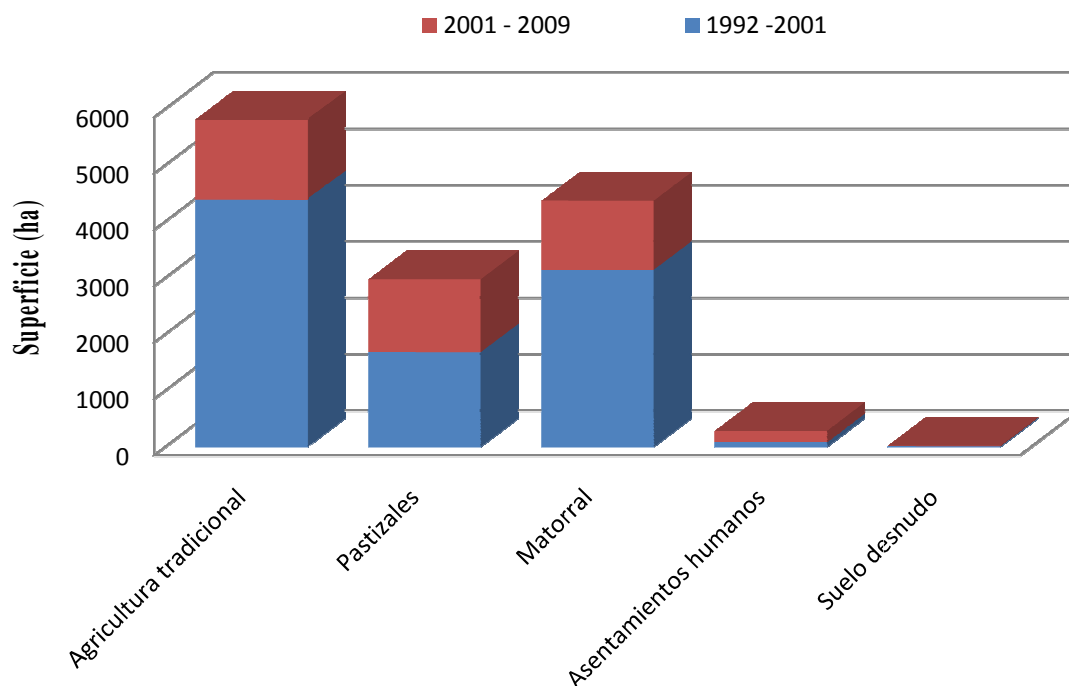


Figura 4.11: Uso de suelo posterior de las áreas deforestadas

El uso principal al cual se han destinado las áreas deforestadas es la agricultura, alcanzando prácticamente 6.000 hectáreas. Esta es la consecuencia principal de la agricultura itinerante de subsistencia practicada por los pobladores (figura 4.12).

El avance de la frontera agrícola sin ningún control es un problema que afecta directamente la cobertura boscosa de las cuencas hidrográficas, las actividades de subsistencia ejecutadas de forma tradicional sin ningún tipo de obra de conservación de suelos conduce al debilitamiento de los mismos ocasionando altos niveles de erosión y sedimentación; especialmente por el cultivo de café y granos básicos.



Figura 4.12: Deforestación por agricultura itinerante

Las quemas agrícolas para la obtención de tierras de cultivo y limpieza de las mismas es una práctica muy común en el medio rural (figura 4.13). En ocasiones, estas quemas se hacen sin un correcto control produciendo pérdidas de masas forestales.



Figura 4.13: Quema agrícola

Más de 4.100 hectáreas de pérdida forestal se encuentran en el siguiente año de estudio ocupadas por matorral, esta superficie también fue aprovechada para la práctica de la agricultura o ganadería, posteriormente fue abandonada y al final de cada periodo estudiado se encuentra en fase de regeneración.

Otra importante causa de la deforestación es la actividad ganadera, cerca de 3.000 hectáreas forestales fueron eliminadas para introducir fundamentalmente cabezas de ganado vacuno en la reserva.

La extracción de leña descontrolada es otra de las causas principales de deforestación. Recordamos que el 100% de la población rural utiliza la leña como fuente energética en la cocción de sus alimentos. Esta leña es extraída en la mayoría de los casos de los bosques aledaños, por lo que constituye una de las actividades que genera mayor presión sobre el bosque.

Aunque de mucha menor relevancia, se observa una mayor deforestación por expansión de asentamientos humanos en superficie a partir de 2001, más de 200 hectáreas fueron cortadas con este fin mientras que entre 1992 y 2001 se eliminaron únicamente 83. La deforestación para la extracción de materia prima dando lugar a suelos desnudos, es insignificante en comparación con los causas anteriores, tan solo se aprovecharon 26 hectáreas próximas al núcleo urbano de Cofradía.

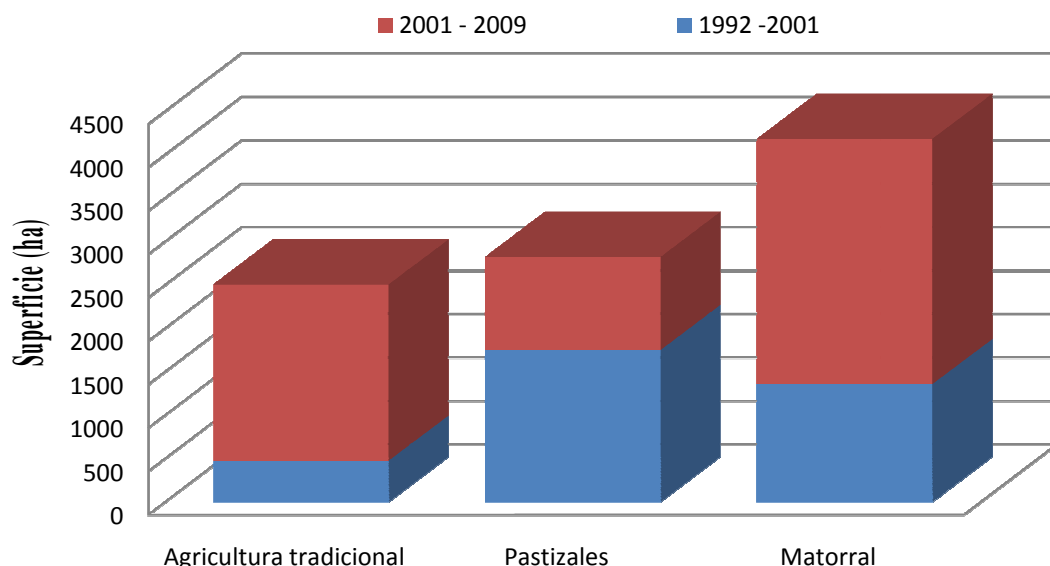


Figura 4.14: Uso de suelo anterior del área forestal recuperada

El nivel evolutivo previo a la regeneración de los bosques es el matorral, los resultados obtenidos constatan esta afirmación. De las 9.500 hectáreas de superficie que ha recuperado su cubierta arbórea, cerca del 45% proviene de terrenos ocupados por matorral. Más de 2.800 y 2.500 hectáreas estaban ocupadas previamente por pastizales y cultivos respectivamente.

Por último, presentamos la pérdida y ganancia de superficie forestal en las distintas cuencas hidrográficas del Merendón. Los valores utilizados en el siguiente gráfico son las sumas de las pérdidas y ganancias de superficie forestal en los dos intervalos temporales estudiados.

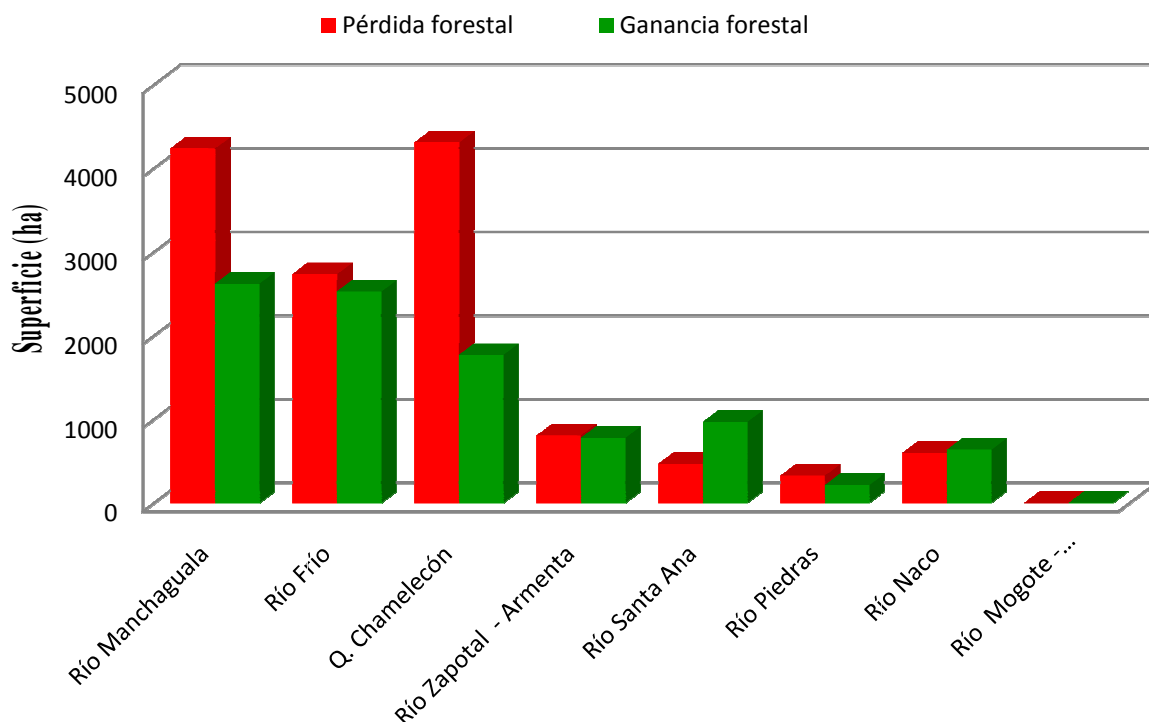


Figura 4.15: Pérdida y ganancia de superficie forestal en cada cuenca hidrográfica

4.2.2 Cuenca hidrográfica del río Manchaguala

La cuenca del río Manchaguala es la más grande de la reserva, ocupa prácticamente un 30% de esta. Limita al norte con la cuenca del río Frío, es en el área más septentrional donde se encuentran comunidades rurales dedicadas principalmente a la agricultura, a medida que nos dirigimos hacia el sur y bajamos en altura por tierra de pinares, nos acercamos a la Villa de Cofradía, el segundo núcleo urbano más grande próximo a El Merendón (después de la ciudad de San Pedro Sula), que ejerce una gran influencia en la evolución de los usos del suelo en esta cuenca.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-1471,55	-408,18	25,17	655,61
Pastizales	-436,47	-599,73	971,34	197,50
Matorral	-793,08	-461,22	164,48	604,49
Asentamientos humanos	-7,30	-32,16		
Suelo desnudo	-13,16	-13,34		
Subtotal	-2721,54	-1514,63	1160,99	1457,61
Total	-4236,17		2618,59	

Tabla 4.4: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Manchaguala

La cuenca del río Manchaguala con sus más de 4.200 hectáreas de pérdida forestal, es una de las cuencas que ha sufrido una mayor deforestación, únicamente superada por la cuenca del Chamelecón. Esto se debe a una intensa deforestación en el sector suroriental próximo a Cofradía realizada entre 1992 y 2001 como podemos comprobar en la figura 4.9. En este periodo se aprovecharon superficies arboladas para la obtención principalmente de tierras de cultivo y en segundo lugar para pastizales (localmente denominados potreros).

Durante los siguientes años, entre 2001 y 2009, se ha producido un aumento de la actividad ganadera. Eso se debe a que un importante número de pobladores del medio rural después de la obtención de ahorros (bien tras una temporada de trabajo lejos del Merendón –normalmente en Estados Unidos-, o bien en el caso de posesión de numerosas tierras -tras años de trabajo agrícola en la montaña-), se ha desplazado a Cofradía comprando cabezas de ganado suficientes para adquirir extensiones de terreno para el pasto de dicho ganado, principalmente vacuno.

Este hecho explica que entre 2001 y 2009 se hayan eliminado 600 hectáreas de masas forestales para la práctica de la actividad ganadera, mientras que para la obtención de tierras de cultivo se aprovecharon 408 hectáreas.

En este último periodo comprendido entre 2001 y 2009, la pérdida de superficie forestal ha sido muy inferior a la ocurrida entre 1992 y 2001, disminuyó de 2.721 a 1.514 hectáreas.



Figura 4.16: Extensiones de pastizales en la cuenca del río Manchaguala

Esta cuenca es la única en donde se han realizado explotaciones mineras por lo que se cortaron un total de 26 hectáreas forestales, una superficie comparativamente despreciable, pero significativa ya que al encontrarse este área dentro de la Zona productora de agua de Cofradía y Naco, según el artículo 19 del Decreto 46/90, no está permitido realizar explotaciones de este tipo.

Por los motivos expuestos anteriormente, un mayor crecimiento de la actividad ganadera respecto a la actividad agrícola entre 2001 y 2009, ha provocado que la recuperación de cubiertas forestales se deba en la actualidad fundamentalmente al abandono de terrenos agrícolas. En cambio, entre 1992 y 2001, cerca de 1.000 hectáreas de pastizales fueron abandonadas dando lugar a bosques, mientras que los cultivos abandonados no alcanzaron las 200 hectáreas.

La ganancia de superficie forestal (2.619 hectáreas) es 1.600 hectáreas inferior a la pérdida de la misma. Aunque es destacable que entre 2001 y 2009, esta diferencia ha sido reducida notablemente hasta las 60 hectáreas. Sin duda, una señal de una mayor protección y mejora de la gestión medioambiental.

4.2.3 Cuenca hidrográfica del río Frío

La cuenca hidrográfica del río Frío está situada en el sector noroccidental de la reserva, es un área alejada de cualquier núcleo urbano por lo que la población se encuentra en un medio rural y se dedica principalmente a la agricultura. Este hecho explica de gran manera la evolución de la superficie forestal en la cuenca.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 - 2001	2001 - 2009	1992 - 2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-1115,47	-699,75	113,86	828,27
Pastizales	-112,00	-117,04	510,09	58,96
Matorral	-416,65	-163,25	611,18	402,44
Asentamientos humanos		-111,10		
Subtotal	-1644,12	-1091,14	1235,14	1289,66
Total	-2735,25		2524,80	

Tabla 4.5: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Frío

Hay una importante pérdida de superficie forestal, cerca de 2.750 hectáreas. Esto se debe principalmente a la agricultura itinerante practicada por los pobladores de la cuenca. Teniendo en cuenta que el área de uso forestal posteriormente considerada como matorral fue aprovechada en su momento para la actividad agrícola, prácticamente la totalidad de la superficie deforestada ha sido cortada para la obtención de cultivos (más de un 85%).

En comparación con el primer intervalo temporal estudiado, la deforestación se ha reducido en 550 hectáreas entre 2001 y 2009 por dos causas principalmente:

- mayor control ejercido por las autoridades administrativas de la reserva (coincidiendo con la concesión por parte de DIMA a Aguas de San Pedro en 2001 para la gestión de la Zona de Reserva del Merendón), ya que se está llevando un mayor control en la tenencia de tierras de los agricultores regulando así la agricultura itinerante,

- puesta en marcha de prácticas y medidas agrícolas por parte de los pobladores para una mejora del rendimiento de sus cosechas reduciendo así la práctica de una agricultura itinerante. Ejemplos de estas prácticas y medidas son: cultivo en terrazas (figura 3.36), cambio del sistema de riego, mejora de los fertilizantes, establecimiento de parcelas agroforestales, etc. Estas incipientes prácticas han sido puestas en marcha con la colaboración de las organizaciones y autoridades que trabajan en el Merendón.



Figura 4.17: Cultivos y comunidades en la cuenca del río Frío

La actividad ganadera tiene muy poca importancia en esta cuenca, la mayoría de los habitantes de esta zona no tienen los suficientes recursos económicos para adquirir un significativo número de cabezas de ganado. Por ello, la deforestación para la obtención de terrenos de pasto para el ganado es de poca importancia y estable en los diferentes periodos de tiempo (aproximadamente 115 hectáreas cada ocho años).

Ha habido una expansión territorial de las comunidades entre 2001 y 2009 que ha provocado la deforestación de más de 100 hectáreas. Es dato pone de nuevo de manifiesto el incumplimiento Decreto 46/90.

Respecto a la ganancia de superficie forestal, debido al abandono de parcelas agrícolas y potreros, su posterior evolución a matorral y finalmente a bosque, hay una recuperación de superficie forestal constante, se recuperaron 1.235 y 1.289 hectáreas en el primer y segundo periodo de estudio respectivamente. La tasa de recuperación forestal aproximada es de 125 hectáreas anuales. Cabe destacar que entre 1992 y 2001 la regeneración de tierras dedicadas a la ganadería fue mucho mayor que las tierras utilizadas para agricultura, tendencia que se invirtió en los siguientes años.

Entre 2001 y 2009 la ganancia de superficie forestal (1.290 hectáreas) supera a la pérdida (1.090 hectáreas), una inequívoca señal de que en el medio rural ha habido una mejora en la conservación de las masas forestales.

4.2.4 Cuenca hidrográfica de la Quebrada del Chamelecón

La Quebrada del Chamelecón no es denominada río por ser afluente del mismo río Chamelecón, teniendo dicha quebrada caudales similares o superiores al resto de ríos de la reserva. Esta cuenca hidrográfica es la tercera en superficie de la reserva, ocupando un 16% de la misma y siendo sólo superada por las cuencas del río Manchaguala y río Frío.

La carretera pavimentada que conecta los núcleos urbanos de San Pedro Sula y Cofradía discurre paralela a los límites de esta cuenca situada en el sector suroriental de la reserva. Por ello, esta cuenca se encuentra muy expuesta a la actividad de los pobladores que viven en estos dos núcleos urbanos y en las numerosas comunidades que se encuentran dispersas a lo largo de la carretera que los une.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-1752,78	-265,92	61,43	505,39
Pastizales	-492,97	-285,40	100,43	248,64
Matorral	-1048,12	-374,07	154,85	697,20
Asentamientos humanos	-54,58	-35,47		
Subtotal	-3348,45	-960,86	316,71	1451,23
Total	-4309,30		1767,94	

Tabla 4.6: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Chamelecón

A pesar de ser una cuenca de 6.443 hectáreas de superficie (aproximadamente 5.000 hectáreas menos que la cuenca del río Manchagua), esta cuenca es la que mayor pérdida de superficie forestal ha sufrido en la Zona de Reserva del Merendón. Esto se debe a la proximidad de la cuenca a los núcleos urbanos de San Pedro Sula y Cofradía.

Podemos apreciar en la figura 4.9 que casi la totalidad del sector meridional de la cuenca perdió sus bosques entre 1992 y 2001, la causa principal fue la agricultura itinerante, se cortaron 1.750 hectáreas para la obtención de tierras de cultivo, también hubo una importante deforestación para la práctica de actividades ganaderas (cerca de 500 hectáreas). En total hubo una pérdida de superficie forestal aproximada de 3.350 hectáreas, más del 50% de la superficie total de la cuenca.

Entre 2001 y 2009 esta pérdida de superficie forestal disminuye hasta las 960 hectáreas, cobrando igual importancia el aprovechamiento de los bosques para la obtención de cultivos y pastizales.

También hay una pérdida de superficie forestal de 90 hectáreas por la expansión en superficie de las comunidades situadas en las proximidades de la carretera pavimentada.

En los últimos años, la ganancia de superficie forestal (1.450 hectáreas) ha superado la pérdida (960 hectáreas), esto se debe en gran parte por el abandono de tierras de cultivo ya que la población ha ido aproximándose paulatinamente a la práctica de actividades económicas urbanas. En cambio, entre 1992 y 2001 la regeneración de los bosques en comparación con la pérdida de estos fue prácticamente diez veces menor (315 frente a 3.350 hectáreas).

Por lo tanto, en esta cuenca hidrográfica también ha habido una clara mejoría de la situación forestal en los últimos años, por las causas mencionadas anteriormente y porque difícilmente podría haberse dado un balance tan desfavorable como el ocurrido entre 1992 y 2001.

4.2.5 Cuenca hidrográfica del río Zapotal – Armenta

Al igual que propone DIMA (1994c), las cuencas hidrográficas de los ríos Zapotal y Armenta se analizan conjuntamente ya que ambos desembocan en el río Blanco fuera de los límites de la reserva. En su conjunto ocupan un total de 4.616 hectáreas y se encuentran en el sector nororiental de la reserva.

En la zona oriental de esta cuenca se encuentra la comunidad de Zapotal del Norte (o Armenta) de más de 2.000 habitantes, donde a sus alrededores hay gran cantidad de pastos y cultivos. En cambio, la zona occidental, en donde se encuentra el curso alto del río Zapotal y el río Armenta, esta despoblada y predomina el bosque de coníferas, bosque latifoliado y bosque mixto.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Pastizales	-486,01	-20,37	21,97	423,49
Matorral	-295,37	-0,07	27,05	305,09
Asentamientos humanos		-2,01		
Subtotal	-781,38	-22,44	49,01	728,58
Total	-803,82		777,59	

Tabla 4.7: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Zapotal – Armenta

Para realizar el análisis de los resultados, hay que señalar que en la elaboración del mapa de usos de suelo 2001 (figura 4.3), prácticamente la totalidad de la cuenca del río Zapotal fue considerada exclusivamente como pastizal. Tras el trabajo de campo realizado, se constató la existencia de un gran núcleo urbano y de un bosque adulto presente en la zona con anterioridad a 2001, por lo que consideramos que en este área la distinción de los usos de suelo no fue suficientemente minuciosa en relación con la escala de trabajo establecida. Teniendo en cuenta que esta superficie considerada pastizal en 2001 no es tal, analizamos los resultados obtenidos (sin incluir las 486 hectáreas de pérdida forestal entre 1992 y 2001 que dan lugar a pastos, y las 423 hectáreas de ganancia forestal entre 2001 y 2009 provenientes de pastizales).

La pérdida de superficie forestal en los dos periodos de tiempo estudiados no es de gran relevancia en la cuenca, es muy similar a la ganancia de la misma, aproximadamente 300 hectáreas.

Entre los años 1992 y 2001, 295 hectáreas de bosque pasaron a ser matorral. En los años siguientes, una superficie de 305 hectáreas de matorral fue regenerada dando lugar a superficie forestal.

Estos fueron los únicos cambios significativos, por lo que la superficie ocupada por cada uso de suelo en la actualidad es muy similar a la existente en el año 1992.

La cuenca del río Zapotal se encuentra muy poblada y bien comunicada con San Pedro Sula, por lo que se prevé un importante crecimiento demográfico, es lógico considerar una muy difícil recuperación de los bosques en esta zona tan degradada. Por lo tanto, habría que centrar las labores de protección forestal en el sector occidental de esta cuenca, en el área que vierte sus aguas al río Armenta, donde principalmente los bosques de coníferas y mixtos permanecen intactos.

4.2.6 Cuenca hidrográfica del río Santa Ana

La cuenca del río Santa Ana ocupa 2.654 hectáreas, es un área dominada por bosque latifoliado aunque también hay presencia de bosque nublado en las cotas más altas. Se encuentra en el sector oriental de la reserva, al norte de la cuenca del río Piedras. Al formar parte de la cara este de la montaña de El Merendón, se encuentra muy despoblada, únicamente hay habitantes en las periféricas colonias y comunidades de la ciudad de San Pedro Sula localizadas por encima de la cota 200.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional		-3,61	1,29	5,30
Pastizales		-33,49	10,52	
Matorral	-421,87	-7,53	285,92	665,07
Asentamientos humanos		-1,70		
Subtotal	-421,87	-46,34	297,74	670,37
Total	-468,21		968,11	

Tabla 4.8: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Santa Ana

Antes de analizar la evolución en el uso en suelo y sus causas, hay que aclarar el siguiente punto: entre 1992 y 2001 hubo una pérdida de superficie forestal de 420 hectáreas que en el año 2001 fueron consideradas matorral. En 2009 estos terrenos han vuelto a definirse como bosque. En este caso puntual no se ha producido tal pérdida y posterior ganancia de superficie forestal. Este dato es consecuencia de un fallo de interpretación en la elaboración del mapa de usos de suelo de 2001, en el que un polígono de más de 420 hectáreas ha sido considerado matorral, correspondiéndose este polígono con un terreno inaccesible, alejado de cualquier núcleo de población en el que hay un bosque adulto de especies de hoja ancha. Consideramos un error que en 2001 este área se clasificara como matorral. Ignoramos este dato que desvirtúa los resultados.

No ha habido prácticamente pérdida de superficie forestal, únicamente 35 hectáreas de bosque que fueron cortadas para la obtención de pastizales en las proximidades de la cota 200.

La ganancia de superficie de forestal de aproximadamente 500 hectáreas (ignorando las 420 mencionadas anteriormente) se debe fundamentalmente a la regeneración de terrenos ocupados por matorral.

Por lo tanto, al ser una cuenca prácticamente inaccesible que ha permanecido intacta a lo largo de los años, podemos encontrar grandes extensiones de bosque primario de hoja ancha con una presumible alta biodiversidad tanto de especies animales como vegetales.

4.2.7 Cuenca hidrográfica del río Piedras

Al igual que la cuenca del río Santa Ana, la cuenca del río Piedras se encuentra prácticamente despoblada. Tiene una superficie de 2.607 hectáreas y se localiza en la parte oriental del Merendón, al sur de la cuenca del río Santa Ana. Es la zona de la reserva que se observa desde la ciudad de San Pedro Sula y sus escasos pobladores habitan las periféricas colonias y comunidades de la ciudad que superan la cota 200.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-16,07	-25,81		13,14
Pastizales	-2,88	-4,26	31,50	5,24
Matorral	-133,26	-105,12	39,60	122,95
Asentamientos humanos	-21,75	-16,00		
Subtotal	-173,98	-151,20	71,11	141,33
Total	-325,17		212,44	

Tabla 4.9: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Piedras

La cuenca del río Piedras es después de la cuenca del los ríos Mogote – Chachaguala y Santa Ana, la mejor conservada. Entre los años 1992 y 2009 sólo ha habido una pérdida de superficie forestal de 325 hectáreas, esta pérdida aproximada de 20 hectáreas anuales ha sido constante a lo largo de los años. Los puntuales terrenos deforestados se localizan en las proximidades de los asentamientos humanos situados por encima de la cota 200 en la parte oriental de la cuenca y fueron abandonados a continuación, ya que en el año 2009 se encuentran en el nivel evolutivo de matorral.

La ganancia de superficie forestal aumentó de 70 hectáreas entre 1992 y 2001 a 140 hectáreas entre 2001 y 2009. La causa principal es la regeneración de terrenos abandonados ocupados por matorral, siempre en las proximidades de los límites de la reserva, ya que la accesibilidad de la cuenca es muy mala.

Aunque la pérdida de superficie forestal es 110 hectáreas superior a la ganancia, considerando la superficie total de la cuenca del río Piedras, dicha superficie es poco relevante. La conservación de sus masas forestales es buena ya que, exceptuando el sector oriental donde se encuentran los asentamientos humanos y una pequeña representación de cultivos y matorral, la cuenca está ocupada principalmente por bosque latifoliado primario y bosque nublado también intacto en las cotas más altas (figura 4.5).



Figura 4.18: Bosque latifoliado en la cuenca del río Piedras

4.2.8 Cuenca hidrográfica del río Naco

La cuenca del río Naco ocupa 2.541 hectáreas y es un área dominada por bosques de coníferas y bosques mixtos. Se encuentra en el sector suroccidental de la reserva. Es una cuenca relativamente despoblada en la cual únicamente se localizan caseríos y haciendas de manera puntual. Destacar la proximidad de una base militar, por lo que el acceso es restringido y la vigilancia es mayor que en el resto de la reserva.

Uso posterior/anterior	Pérdida forestal (ha)		Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009	1992 -2001	2001 - 2009
Agricultura tradicional	-38,84	-13,00	272,39	21,49
Pastizales	-153,07	-234,10	101,48	138,55
Matorral	-35,47	-118,08	73,86	27,36
Asentamientos humanos		-4,16		
Subtotal	-227,39	-369,33	447,74	187,40
Total	-596,72		635,14	

Tabla 4.10: Pérdida y ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Naco

Por la mala accesibilidad y la mayor vigilancia mencionada, teniendo en cuenta la superficie de la cuenca, comparativamente la pérdida de superficie forestal ha sido poco importante en los últimos 20 años. Se han perdido 596 hectáreas entre 1992 y 2009, a razón de 35 hectáreas anuales en una superficie de 2.500 hectáreas.

Debido a la ausencia de población, actualmente no se practica la agricultura, por lo que la deforestación se realiza principalmente para la obtención de pastos habiendo aumentado en más del 60% entre los dos periodos estudiados (ha habido un aumento de 153 a 234 hectáreas).

La ganancia de superficie forestal de 635 hectáreas entre 1992 y 2009 es mayor que la pérdida. Entre 1992 y 2001 la causa principal fue el abandono de los cultivos, en los años siguientes cobró mayor importancia la regeneración de los bosques por abandono de pastizales. Vemos que este patrón se repite continuamente en las cuencas hidrográficas del ámbito rural.

A pesar de una ganancia superior a la pérdida de superficie forestal, la tendencia es negativa: la ganancia forestal ha disminuido con el paso de los años mientras que la pérdida forestal ha ido en aumento. Probablemente, esto se debe al aumento de la presión ambiental ejercida por los habitantes de Cofradía, Naco y alrededores.

4.2.9 Cuenca hidrográfica del río Mogote – Chachaguala

Analizamos estas dos cuencas hidrográficas conjuntamente para poder estudiar un área representativa, la suma de ambas cuencas no supera las 870 hectáreas de superficie, menos del 2,2% del área total de la Zona de Reserva del Merendón. Ambas cuencas son limítrofes, se encuentran entre las cuencas del río Frío y el río Zapotal. Se trata de una región montañosa aislada donde no hay habitantes, la comunidad más cercana (El Triunfo) se encuentra a más de tres kilómetros de distancia y no hay ninguna vía de acceso por la que pueda transitar un vehículo. Por este motivo, es un área netamente forestal dominada por bosque de coníferas y bosque mixto.

Uso anterior	Ganancia forestal (ha)	
	1992 -2001	2001 - 2009
Pastizales	2,52	
Matorral		0,39
Subtotal	2,52	0,39
Total	2,91	

Tabla 4.11: Ganancia de superficie forestal en la cuenca del río Mogote - Chachaguala

Los resultados obtenidos indican que los cambios de uso de suelo producidos son insignificantes, no existe pérdida de superficie forestal y la ganancia no alcanza las tres hectáreas entre 1992 y 2009.

Incluso estos resultados se pueden considerar un fallo admisible de georreferenciación en la elaboración de los mapas de usos de suelo en los distintos años, ya que el área donde se han producido los cambios es limítrofe con la cuenca del río Frío (figura 4.10) y difícilmente los pobladores de El Triunfo han llegado tan lejos para realizar sus actividades.

4.2.10 Relación entre pérdida y ganancia forestal y evolución demográfica

Hemos intentado establecer un patrón de comportamiento entre la pérdida y ganancia de superficie forestal y la evolución demográfica de la Zona de Reserva del Merendón. Este análisis ha presentado muchas dificultades debido a los siguientes motivos:

- Solo existen dos censos de población de la Zona de Reserva del Merendón. El primero data de 2001 y fue realizado por el Instituto Nacional de Estadística Hondureño, el segundo es del año 2008 y fue llevado a cabo por Aguas de San Pedro.

- Hay numerosas comunidades, colonias y haciendas que fueron censadas en 2001, pero no en 2008. Sucede lo mismo a la inversa. Muchas de estas comunidades y colonias poseen un gran número de habitantes que no tiene correlación con el otro censo existente, desvirtuando por lo tanto los resultados.

Por estos dos motivos hemos considerado apropiado no realizar este análisis con el fin de no obtener resultados engañosos que den lugar a conclusiones erróneas.

Sería conveniente la realización de censos periódicos y homogéneos para la realización de este estudio.

5.3 Análisis de la evolución de los usos de suelo no forestal

El presente estudio se centra en el análisis de la evolución de la superficie ocupada por bosques en la zona de la reserva. Una vez realizado este análisis, vamos a exponer la evolución del resto de usos de suelo encontrados en El Merendón: agricultura tradicional, pastizales, matorral, asentamientos humanos y suelo desnudo.

Para ello, seguimos el siguiente esquema:

- Tabla de pérdida y ganancia de cada uso de suelo en las distintas cuencas hidrográficas de la Zona de Reserva del Merendón.
- Gráfico ilustrativo de la tabla anterior.
- Tabla de las pérdidas y ganancias de cada uso de suelo y uso posterior y anterior a la pérdida o ganancia respectivamente.
- Breve análisis de los resultados obtenidos, las principales causas de los cambios producidos han sido expuestas en el apartado anterior.
- Los mapas de pérdida y ganancia de superficie de cada uso de suelo se pueden consultar en el CD junto al documento.

5.3.1 Agricultura

La actividad agrícola es la primera fuente de ingresos de los pobladores en el área rural de la reserva. El cultivo principal es el café aunque debido a su caída de precio, la producción de hortalizas crece cada año. También se cultiva maíz, frijol, mango, aguacate y otros frutales.

Cuenca hidrográfica	Pérdida superficie agrícola (ha)		Ganancia superficie agrícola (ha)	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Río Manchaguala	-27,21	-2096,35	2727,29	578,39
Río Frío	-185,57	-1328,85	2351,64	941,99
Q. Chamelecón	-148,62	-1590,80	1850,55	448,18
Río Zapotal - Armenta	-190,95			42,80
Río Santa Ana	-1,29	-5,30	5,25	3,61
Río Piedras		-16,16	16,07	29,56
Río Naco	-513,71	-115,25	70,84	45,59
Subtotal	-1067,35	-5152,71	7021,64	2090,13
Total	-6220,06		9111,77	

Tabla 4.12: Pérdida y ganancia de superficie agrícola en cada cuenca hidrográfica

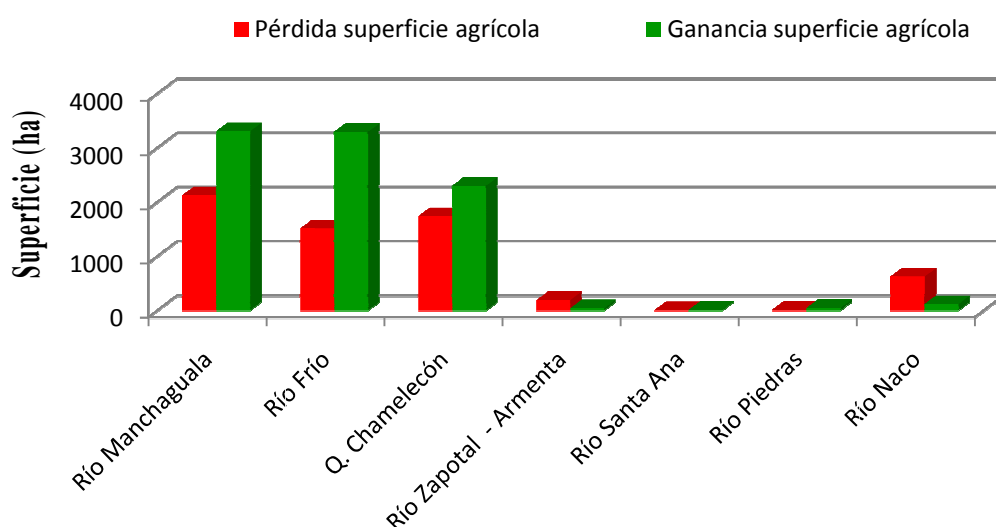


Figura 4.19: Pérdida y ganancia de superficie agrícola en cada cuenca hidrográfica

Uso posterior/anterior	Pérdida superficie agrícola (ha)		Ganancia superficie agrícola (ha)	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Forestal	-474,28	-2029,20	4394,71	1416,28
Pastizales	-412,15	-2010,59	2087,55	184,95
Matorral	-177,15	-1011,05	533,74	481,70
Asentamientos humanos	-3,76	-101,88	5,63	7,20
Subtotal	-1067,35	-5152,71	7021,64	2090,13
Total	-6220,06		9111,77	

Tabla 4.13: Pérdida y ganancia de superficie agrícola y uso posterior o anterior

Sin duda, el dato más significativo es el gran aumento en superficie de cultivos acontecido entre 1992 y 2001. Aproximadamente hubo un aumento de 1.400 a 7.300 hectáreas, principalmente en las cuencas de los ríos Manchaguala, Frío y Chamelecón. Es decir, los cultivos llegaron a ocupar una superficie cinco veces mayor en nueve años.

Ponemos en duda la exactitud de este dato, ya que la actividad agrícola ha sido una actividad practicada por los pobladores del Merendón regularmente, y ha sido la base de la economía familiar rural al menos en los últimos 20 años. Por otras discordancias encontradas en el mapa de usos de suelo de 2001 (en las cuencas hidrográficas de los ríos Zapotal-Armenta y Santa Ana), consideramos que la inexactitud en la elaboración del mapa 2001 puede ser el origen de este dato.

El cambio en el uso del suelo entre cultivo y pastizal y viceversa, es muy frecuente en las zonas rurales del Merendón. Los agricultores con mayores recursos económicos poseedores de ganado alternan la agricultura y la ganadería en el aprovechamiento de sus tierras. Este cambio en el uso de suelo se produce incluso en un intervalo temporal menor a un año, en función de las condiciones meteorológicas, las necesidades familiares en determinado año, etc.; por lo que en la elaboración del mapa de usos de suelo, la diferenciación entre terrenos agrícolas y pastizales puede dar lugar a equívocos.

Hemos constatado en las entrevistas realizadas a los pobladores locales que hubo un crecimiento de la agricultura en la década de los 90, y a partir del año 2000, una tendencia creciente de la actividad ganadera en detrimento de la agricultura, pero no de una manera tan drástica. No existen censos de cabezas de ganado en la reserva.

Los resultados obtenidos indican que de las 1.400 hectáreas dedicadas a la agricultura en 1992, solo 330 permanecieron utilizadas para el mismo uso. El resto fueron abandonadas, ya que en 2001 más de 650 hectáreas evolucionaron dando lugar a bosque y matorral, mientras que algo más de 400 hectáreas pasaron a ser aprovechadas como pastizales.

Tras el aumento de cultivos acontecido entre 1992 y 2001 por el crecimiento de la agricultura itinerante, en los años siguientes, de las supuestas 7.300 hectáreas cultivables en 2001, más de 2.000 hectáreas se conservaron para cultivos y otras tantas pasaron a ser aprovechadas como pastizales. Más de 3.000 hectáreas fueron abandonadas dando lugar a matorrales y bosques. Este abandono se debe a causas mencionadas anteriormente: reducción de la actividad ganadera por la existencia de alternativas económicas, migración a las ciudades de la población joven y bajada del precio de mercado de los productos cosechados.

Por último, de la superficie dedicada a la agricultura en 2001, 100 hectáreas fueron empleadas para el aumento en superficie de asentamientos humanos, presumiblemente las más cercanas a las comunidades y colonias.

En ambos periodos temporales estudiados, estos cambios se produjeron principalmente en las cuencas de los ríos Manchaguala, Frío y Chamelecón.

Hemos visto que en los últimos años la superficie agrícola ha disminuido dando mayor terreno a zonas boscosas. Es una tendencia positiva, pero sería utópico pensar que se podría erradicar la agricultura en El Merendón, ya que muchas familias dependen económicamente de sus cosechas. La gestión a realizar debe estar orientada a la práctica de una agricultura más eficiente, con el empleo de técnicas modernas que minimicen la pérdida de los suelos y el avance de la agricultura itinerante de subsistencia, sin disminuir el rendimiento de las cosechas.

El objetivo de la gestión en este aspecto debe ser por lo tanto la práctica de una agricultura menos dañina con el medio ambiente. El establecimiento de parcelas agroforestales es una de estas alternativas de la cual hablaremos en el siguiente capítulo.

5.3.2 Pastizales

La única actividad ganadera con influencia en la ocupación del terreno en la zona de reserva es la explotación de ganado vacuno. La producción de gallina y pollo, explotación de porcino, cría de conejos, cría de ganado equino y producción piscícola, es puntual y carece de importancia en la evolución del uso de suelo.

Cuenca hidrográfica	Pérdida de pastizales (ha)		Ganancia de pastizales (ha)	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Río Manchaguala	-2588,35	-345,81	490,38	2185,94
Río Frío	-1537,56	-58,96	112,00	413,76
Q. Chamelecón	-193,46	-401,12	567,49	1160,41
Río Zapotal - Armenta	-21,97	-998,97	1417,15	20,37
Río Santa Ana	-14,28			33,49
Río Piedras	-40,35	-8,65	2,88	5,09
Río Naco	-131,00	-225,00	382,59	319,86
Río Mogote - Chachaguala	-2,91			
Subtotal	-4529,88	-2038,51	2972,49	4138,92
Total	-6568,39		7111,41	

Tabla 4.14: Pérdida y ganancia de pastizales en cada cuenca hidrográfica

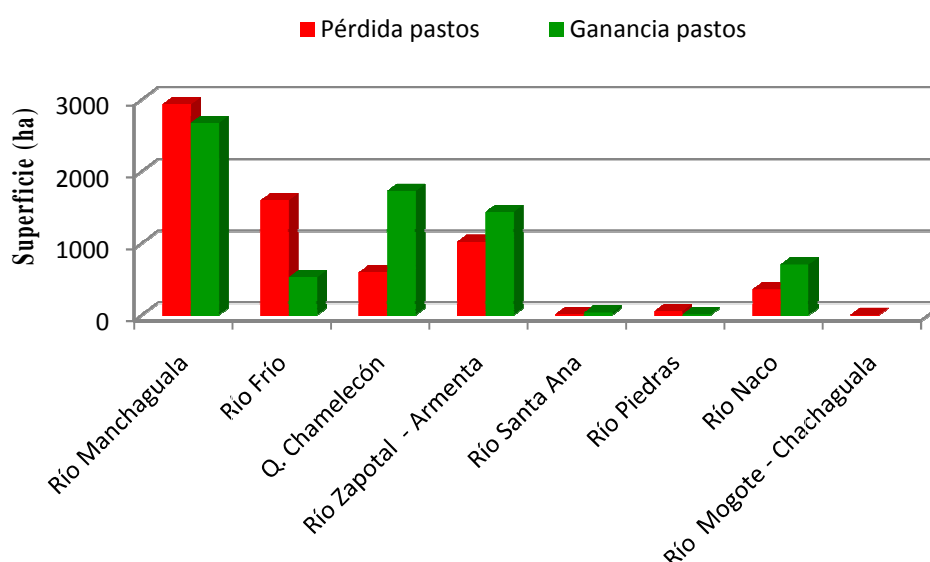


Figura 4.20: Pérdida y ganancia de pastizales en cada cuenca hidrográfica

Uso posterior/anterior	Pérdida de pastizales(ha)		Ganancia de pastizales (ha)	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Forestal	-1749,86	-1072,38	1683,40	1294,40
Agricultura tradicional	-2087,55	-184,95	412,15	2010,59
Matorral	-689,26	-629,57	782,25	817,39
Asentamientos humanos	-2,54	-151,61	94,69	16,50
Suelo desnudo	-0,67			0,05
Subtotal	-4529,88	-2038,51	2972,49	4138,92
Total		-6568,39	7111,41	

Tabla 4.15: Pérdida y ganancia de pastizales y uso posterior o anterior

La actividad ganadera perdió importancia entre 1992 y 2001, para recuperarse de nuevo entre 2001 y 2009. En los últimos años, parte de los agricultores de la zona rural que ha mejorado su situación económica, se ha desplazado a los núcleos urbanos de Cofradía y Naco adquiriendo cabezas de ganado vacuno que explotan en sus propiedades, fundamentalmente en las cuencas de los ríos Manchaguala y Chamelecón.

Este cambio de tendencia en el crecimiento de superficie dedicada a la ganadería en los últimos años tiene su origen en la degeneración de los cultivos. Debemos tener en cuenta las quemadas controladas practicadas comúnmente por los pobladores de la zona rural del Merendón. Con esta práctica se evita un rápido crecimiento de especies arbustivas y matorral en tierras y parcelas que en unos pocos años exigirían un gran esfuerzo para ser aprovechadas de nuevo. De este modo, aunque no exista una excesiva presión ganadera, la superficie ocupada por pastos se mantiene e incluso aumenta con el paso del tiempo.

Desconocemos las causas de la pérdida de 4.530 hectáreas de tierras para pastos ocurrida entre 1992 y 2001. Cerca de 2.000 hectáreas fueron utilizadas para la obtención de cultivos, y el resto fueron abandonadas dando lugar a bosques y matorrales. Las entrevistas realizadas y conversaciones mantenidas con los pobladores de la zona rural no aclaran este punto, ya que consideran que pudo haber una reducción de los pastizales durante estos años, pero no de tanta intensidad. Como ya hemos aclarado, puede tratarse de un error de interpretación en la elaboración de los mapas de usos de suelo de dichos años.

El crecimiento de la actividad ganadera en los últimos años explica en parte el aumento en superficie de 4.140 hectáreas de los pastizales entre 2001 y 2009 provenientes de cultivos, bosques y matorrales.

Por último, señalar que la superficie cercana a 3.000 hectáreas de ganancia de pastizales entre 1992 y 2001, es un dato poco fiable debido al error en la elaboración del mapa de usos de suelo mencionado. La mitad de esta superficie se encuentra en la cuenca del río Zapotal-Armenta (Tabla 4.14), en la que se ha corroborado el error de interpretación con el trabajo de campo realizado.

5.3.3 Matorral

Las formaciones de matorral se encuentran en un nivel evolutivo intermedio entre pastizales o cultivos abandonados y formaciones boscosas. Normalmente estos terrenos ocupados por matorral son limpiados de nuevo para aprovechar las tierras con fines agrícolas o ganaderos. Si estos terrenos no son aprovechados, el matorral evoluciona rápidamente regenerando una cubierta arbórea.

Por este motivo, es poco probable que un determinado terreno permanezca ocupado por matorral durante un largo periodo de tiempo ya que, o bien es aprovechado, o bien se convierte en bosque. Esto no implica una pequeña proporción de terreno ocupado por matorrales en la Zona de Reserva del Merendón, ya que el gran dinamismo existente en los cambios de uso de suelo de la reserva asegura siempre una importante y constante superficie cubierta de matorral.

Recordamos que los intervalos temporales estudiados son de nueve y ocho años (1992-2001 y 2001-2009), el crecimiento en altura estimado del matorral en la zona es de un metro anual (Anexo VIII), y que a partir de siete metros de altura las formaciones vegetales se consideran bosques (apartado 3.3.1). Por ello, es posible que un terreno de cultivos o pastizales sea abandonado, se desarrolle un matorral que supere los siete metros de altura en ocho o nueve años de crecimiento, y por lo tanto sea considerado masa forestal al final del intervalo de estudio.

Cuenca hidrográfica	Pérdida de matorral		Ganancia de matorral	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Río Manchaguala	-313,11	-1189,34	1243,85	832,43
Río Frío	-1006,66	-720,92	641,80	428,39
Q. Chamelecón	-276,25	-1108,69	1176,37	944,60
Río Zapotal - Armenta	-674,14	-305,09	295,37	386,60
Río Santa Ana	-291,80	-665,07	425,62	7,53
Río Piedras	-40,14	-131,54	141,15	109,16
Río Naco	-99,49	-29,62	70,41	178,84
Río Mogote – Chachaguala		-0,39		0,39
Subtotal	-2701,60	-4150,66	3994,96	2887,55
Total	-6852,26		6882,51	

Tabla 4.16: Pérdida y ganancia de matorral en cada cuenca hidrográfica

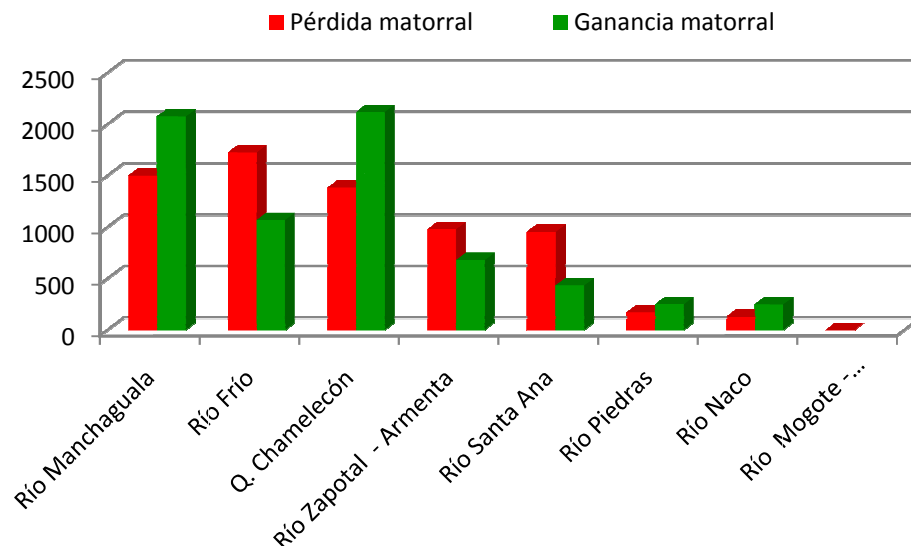


Figura 4.21: Pérdida y ganancia de matorral en cada cuenca hidrográfica

Uso posterior/anterior	Pérdida de matorral (ha)		Ganancia de matorral (ha)	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Forestal	-1366,39	-2824,99	3119,42	1229,33
Agricultura tradicional	-533,74	-481,70	177,15	1011,05
Pastizales	-782,25	-817,39	689,26	629,57
Asentamientos humanos	-5,70	-20,40	9,13	17,60
Suelo desnudo	-13,52	-6,17		
Subtotal	-2701,60	-4150,66	3994,96	2887,55
Total	-6852,26		6882,51	

Tabla 4.17: Pérdida y ganancia de matorral y uso posterior o anterior

Los resultados obtenidos ratifican las previsiones acerca de la evolución de la superficie ocupada por matorral. Entre 1992 y 2009 la pérdida y ganancia de superficie ocupada por matorral en la reserva es prácticamente la misma, en torno a las 6.850 hectáreas. Por lo que la superficie ocupada por matorral en 1992 es la misma que la ocupada actualmente, aunque la ubicación de estos terrenos ha ido cambiando constantemente a lo largo de los años. Además, estos cambios de uso de suelo en los que interviene el matorral, se han dado de manera considerable en todas las cuencas hidrográficas de la reserva (figura 4.21).

Consecuencia lógica es que las mayores pérdidas de superficie ocupada por matorral se deben a un desarrollo evolutivo vegetal que ha dado lugar a suelos de uso forestal (4.200 hectáreas). Las formaciones de matorral que han sido nuevamente cortadas han sido aprovechadas con fines ganaderos antes que agrícolas (1.600 frente a 1.000 hectáreas). También hay una pequeña proporción de matorral eliminado convertido en asentamientos humanos y suelos desnudos.

Los terrenos ocupados por matorral provienen principalmente de bosques (4.350 hectáreas), seguido de pastizales y cultivos en similar porcentaje (1.300 y 1.200 hectáreas respectivamente).

En el Anexo VIII del presente documento exponemos la evolución de una parcela agrícola abandonada hace diez años, en la cual podemos apreciar el crecimiento aproximado del matorral.

5.3.4 Asentamientos humanos

Los asentamientos humanos son lugares donde se establece una persona o una comunidad. En nuestro estudio de la Zona de Reserva del Merendón es el área ocupada por las comunidades dentro de la zona rural y por las colonias, haciendas y comunidades de la zona peri-urbana. Debemos hacer distinción entre la zona rural y la zona periurbana.

A pesar de no haberse analizado la evolución demográfica de la población del Merendón, podemos afirmar que el crecimiento en superficie de los asentamientos humanos se ha producido principalmente entre los años 2001 y 2009.

Cuenca hidrográfica	Pérdida de asentamientos		Ganancia de asentamientos	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Río Manchaguala	-14,58	-7,34	13,94	77,20
Río Frío				126,06
Q. Chamelecón	-13,36	-49,39	59,63	93,45
Río Zapotal - Armenta	-93,11			148,15
Río Santa Ana				1,70
Río Piedras		-14,22	22,06	23,42
Río Naco				7,52
Subtotal	-121,05	-70,95	95,63	477,51
Total	-191,99		573,14	

Tabla 4.18: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos en cada cuenca hidrográfica

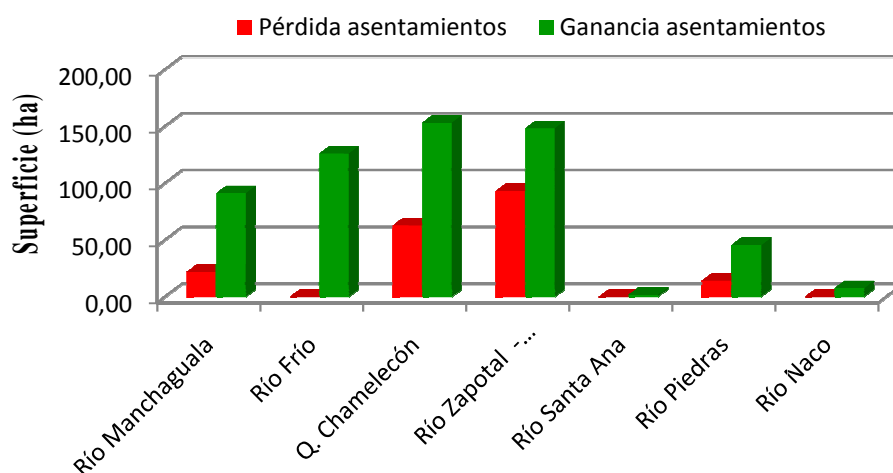


Figura 4.22: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos en cada cuenca hidrográfica

Uso posterior/anterior	Pérdida de asentamientos		Ganancia de asentamientos	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Forestal	-11,59	-29,65	83,63	202,59
Agricultura tradicional	-5,63	-7,20	3,76	101,88
Pastizales	-94,69	-16,50	2,54	151,61
Matorral	-9,13	-17,60	5,70	20,40
Suelo desnudo				1,01
Subtotal	-121,05	-70,95	95,63	477,51
Total	-191,99		573,14	

Tabla 4.19: Pérdida y ganancia de superficie de asentamientos humanos y uso posterior o anterior

El grueso de la expansión en superficie de asentamientos humanos (450 hectáreas) se localiza en la zona periurbana, en las proximidades de la carretera pavimentada que une San Pedro Sula con Cofradía, dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos Chamelecón, Zapotal-Armenta, Manchaguala, Piedras, Naco y Santa Ana (Tabla 4.18). También ha habido un crecimiento de los asentamientos humanos de 125 hectáreas en la cuenca netamente rural del río Frío. Esta expansión ha tenido lugar en los últimos años a costa de áreas boscosas, y en menor grado, pastizales y terrenos agrícolas.

Respecto a la pérdida de superficie de asentamientos humanos, debido a la precaria situación económica de los habitantes de la reserva, parece ilógico pensar que terrenos donde ha habido viviendas hayan sido abandonados dando lugar a bosques, cultivos, pastizales o matorral. Posiblemente, las 190 hectáreas que así lo indican se deban en parte a errores de interpretación o georreferenciación en la elaboración de los mapas de usos de suelo.

5.3.5 Suelos desnudos

La presencia de suelos desnudos en la zona de reserva es prácticamente insignificante, únicamente 45 hectáreas situadas en la cuenca del río Manchaguala en las proximidades de la Villa de Cofradía.

Uso posterior/anterior	Pérdida de suelo desnudo		Ganancia de suelo desnudo	
	1992-2001	2001-2009	1992-2001	2001-2009
Forestal			13,16	13,34
Pastizales		-0,05	0,67	
Matorral			13,52	6,17
Asentamientos humanos		-1,01		
Subtotal	0,00	-1,07	27,35	19,51
Total	-1,07		46,86	

Tabla 4.20: Pérdida y ganancia de suelos desnudos y uso posterior o anterior

Los suelos desnudos no fueron registrados en el mapa de usos de suelo de 1992. El pequeño crecimiento en superficie de terrenos desnudos proviene de tierras anteriormente ocupadas por bosques y matorral con el fin de realizar extracciones mineras que fueron abandonadas con anterioridad al año 2009.

Los suelos desnudos son difícilmente recuperables. No se ha regenerado matorral ni pastos, únicamente se han registrado 0,05 hectáreas recuperadas, posiblemente a causa de un error admisible de georreferenciación en la elaboración del mapa de usos de suelo. Los suelos desnudos tampoco pueden aprovecharse con fines agrícolas.

5.4 Análisis de la evolución de las pérdidas de suelo

El cambio en el uso de suelo, en especial la pérdida de superficie forestal, implica un significativo cambio en el comportamiento hidrológico en la Zona de Reserva del Merendón. Como hemos explicado en el apartado 3.4.2 del presente trabajo, vamos a utilizar el método RUSLE para hacer un análisis comparativo de las pérdidas de suelo producidas a lo largo de los últimos 20 años en la zona de reserva.



Figura 4.23: Pérdida de suelo en los márgenes del río Manchaguala

Una vez conocido el valor del índice de erosión pluvial para toda la reserva ($R=293,19 \text{ hJ}\cdot\text{cm}/\text{m}^2\cdot\text{h}$), el valor del factor de prácticas de conservación del suelo ($P=1$), y calculado el valor del factor topográfico en cada hectárea de la Zona de Reserva del Merendón, utilizando las herramientas pertinentes del programa ArcGIS 9.2 tal y como hemos explicado en el capítulo anterior, asignamos valores al factor de erosionabilidad del suelo y el factor de cultivo o vegetación.

Aplicando el nomograma para el cálculo del factor de erosionabilidad del suelo (figura 3.50), y la tabla de Wischmeier y Smith para el cálculo del factor de cultivo o vegetación (tabla 3.14), obtenemos los siguientes valores para cada serie de suelo encontrada en la reserva y para cada uso de suelo representado en los mapas de usos de suelo y vegetación de los años 1992, 2001 y 2009:

Serie de suelo	Factor de erosionabilidad del suelo K
Tomalá	0,23
La Coronilla	0,12
La Libertad	0,15
Río Piedras	0,15
Gallito	0,16
Cerro Azul	0,15
Cusuco	0,15
Colorado	0,15

Tabla 4.21: Valores del factor de erosionabilidad K de cada serie de suelo

Uso de suelo	Factor de cultivo o vegetación C
Forestal	0,06
Agricultura tradicional	0,24
Pastizales	0,09
Matorral	0,10
Asentamientos humanos	1,00
Suelo desnudo	1,00

Tabla 4.22: Valores del factor de cultivo o vegetación C de cada uso de suelo

Una vez conocidos los valores de estos factores, procedemos a la obtención de los mapas de pérdidas de suelo en la Zona de Reserva del Merendón en los años 1992, 2001 y 2009.

Por la imposibilidad de una comparación de las pérdidas de suelo mediante una interpretación visual de los mapas obtenidos, únicamente vamos a exponer a continuación el mapa de pérdidas de suelo de 2009 y los resultados obtenidos del análisis comparativo de las pérdidas de suelo.

El resto de mapas utilizados y obtenidos con este objeto se pueden consultar en el CD adjunto al presente documento (mapa de elevaciones, TIN, mapa de pendientes, mapa de flujo acumulado, mapa del factor topográfico, mapa del factor de erosionabilidad, mapa del factor de cultivo de cada año y mapa de pérdidas de suelo de cada año).

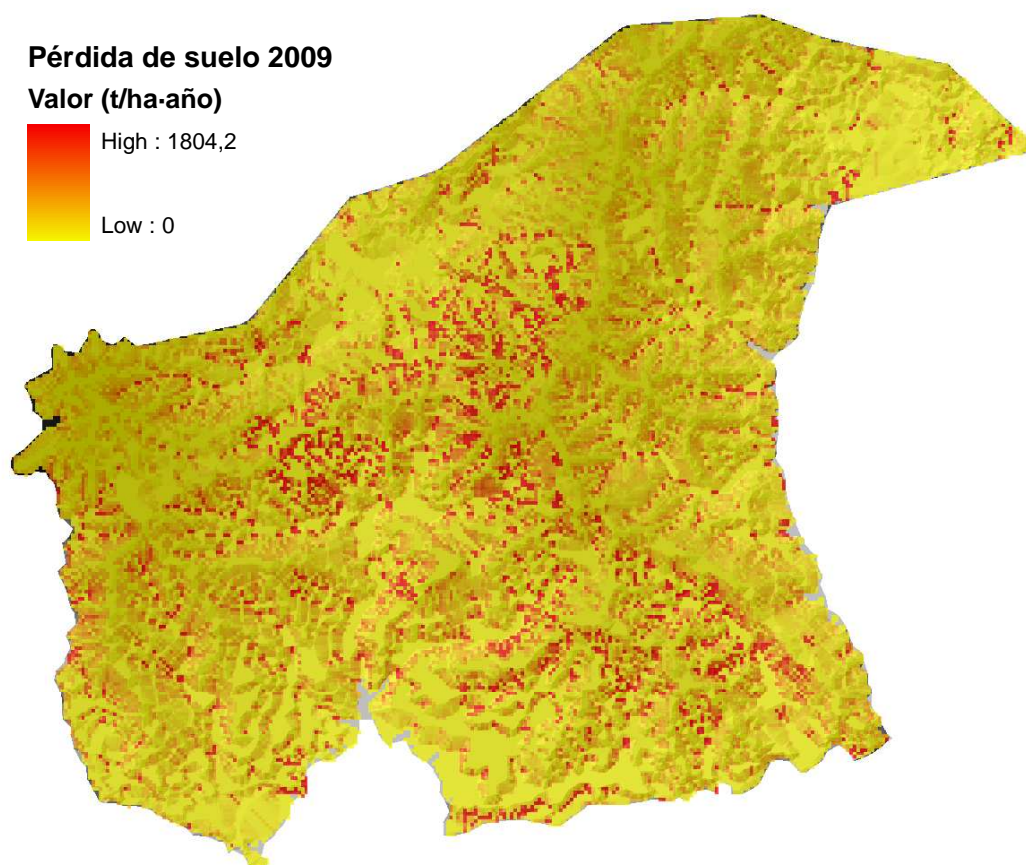


Figura 4.24: Mapa de pérdidas de suelo de 2009 mediante RUSLE

Recordamos que los resultados obtenidos tienen un margen de error difícil de cuantificar ya que el índice de erosión pluvial R utilizado no es el de la zona, aunque se haya comprobado que su valor puede ser muy similar al que se daría en la reserva.

Por ello, debemos prestar mayor atención a la evolución relativa de las pérdidas de suelo producidas en los distintos años y no al valor absoluto de las mismas, ya que el error existente es siempre proporcional en todos los años analizados.

Finalmente, el sumatorio de las pérdidas de suelo de cada hectárea de la reserva indica la pérdida de suelo anual en la totalidad de la Zona de Reserva del Merendón.

Año	Pérdida de suelo anual (Toneladas)
1992	569967,41
2001	768094,78
2009	706293,79

Tabla 4.23: Pérdida de suelo de cada año en la Zona de Reserva del Merendón

Consecuencia lógica de la pérdida de superficie forestal y pastizales, y del aumento de superficie ocupada por cultivos entre 1992 y 2001, es el gran aumento de pérdidas de suelo. Prácticamente hay una diferencia de 200.000 toneladas anuales, un valor superior al 25% de las pérdidas de suelo producidas en 1992.

Los cultivos son terrenos que ofrecen muy poca protección frente a la erosión superficial y consecuente pérdida de suelo durante la época de grandes avenidas por la escasa vegetación que presenta en contacto con el suelo. Recordamos que los valores de los factores de cultivo o vegetación C de los bosques y pastizales (respectivamente 0,06 y 0,09), son significativamente menores que el valor de dicho factor en el caso de la agricultura tradicional (0,24).

Por el mismo motivo, entre los años 2001 y 2009, al disminuir la superficie empleada para la agricultura y al haber un aumento de superficie forestal y de pastizales, la pérdida de suelo anual se redujo aproximadamente en 60.000 toneladas, un 8% de las pérdidas producidas en 2001.

Para el segundo análisis comparativo de la evolución en las pérdidas de suelo, utilizamos las cifras de referencia establecidas por FAO y PNUMA (1980) como niveles de erosión hídrica, expuestas en la tabla 3.15.

Contabilizamos el número de hectáreas pertenecientes a cada grado de erosión hídrica según dichos valores de referencia en los distintos años:

Grado de erosión hídrica	Hectáreas		
	1992	2001	2009
Ninguna o ligera	22432	22021	22185
Moderada	15003	13487	14039
Alta	2111	3885	3183
Muy alta	128	291	277
Total		39684	

Tabla 4.24: Evolución del grado de erosión hídrica en la Zona de Reserva del Merendón

Las causas y resultados obtenidos son similares a los expuestos anteriormente: hay un aumento del número de hectáreas cuyo grado de erosión hídrica es alto o muy alto entre 1992 y 2001, prácticamente este número se duplica. En los siguientes años, el número de hectáreas que sufre un grado de erosión hídrica alto o muy alto disminuye, aunque su valor sigue siendo muy superior al de 1992.

La tendencia de las pérdidas de suelo en los últimos años es positiva, aunque los valores actuales de dichas pérdidas se encuentran aún lejanos a los valores registrados en 1992. Para continuar con esta tendencia y minimizar las pérdidas de suelo en la reserva, hay que fomentar una gestión que conserve las masas forestales existentes y ponga freno a la agricultura itinerante, además de apostar por una agricultura que integre especies arbóreas y/o arbustivas en sus cultivos, protegiendo así los suelos de la reserva.

V. PROPUESTAS SELVÍCOLAS Y DE GESTIÓN

Recordamos las hipótesis de partida para el planteamiento de los objetivos del presente proyecto:

- La zona de reserva se encuentra seriamente afectada por altos niveles de deforestación, especialmente en las partes altas de las microcuencas, esto se debe principalmente al avance de la agricultura migratoria o de subsistencia y a la extracción descontrolada de leña.

- La pérdida de la cobertura arbórea facilita de gran manera la erosión y la pérdida de suelo en las diferentes cuencas hidrográficas de la reserva debido a la desnudez de los suelos durante la época de mayores precipitaciones y las elevadas pendientes que se dan en la reserva. Esto propicia un irregular comportamiento hidrológico ante las avenidas derivadas de las fuertes lluvias tropicales y una gran vulnerabilidad física de las cuencas ante diversos fenómenos y catástrofes naturales, como sucedió con el huracán Mitch en 1998.

Los resultados obtenidos han ratificado estas hipótesis. A pesar de una tendencia positiva en la recuperación de las masas forestales durante los últimos ocho años, la situación de los bosques en la Zona de Reserva del Merendón sigue siendo vulnerable debido a la inexistencia de una gestión eficiente orientada a la protección de éstos.

Las principales causas de deforestación: la agricultura migratoria, la extracción descontrolada de leña y la creciente expansión de tierras dedicadas a la ganadería; permanecen inalteradas por la inexistencia de alternativas a largo plazo que permitan el desarrollo de una actividad económica por parte de los pobladores sostenible con la protección medioambiental.

La pérdida de suelos también ha disminuido en los últimos años, aún así, esta pérdida sigue siendo superior a la producida en 1992. Es necesaria la recuperación de una cubierta arbórea que proporcione estabilidad a los suelos, que aumente la capacidad de retención de agua de los mismos y que minimice el impacto erosivo de las gotas de lluvia en la época de grandes precipitaciones.

Por estos motivos, vamos a exponer una serie de propuestas de gestión selvícola en los bosques latifoliados de la reserva; de protección, prevención y control de plagas frente al gorgojo que tanto han afectado a los pinares de la cuenca del río Manchaguala en los últimos años; y la propuesta de una actividad alternativa para los pobladores: implantación de parcelas agroforestales. Por último, se propone la planificación de los usos de suelo de la reserva con el fin de minimizar las pérdidas de suelo existentes.

Todas estas propuestas, además de estar orientadas a una correcta gestión forestal, pueden significar una importante fuente de empleo. Contemplamos la posibilidad de que las autoridades administrativas contraten a un número determinado de pobladores de la zona rural del Merendón para la realización de estas tareas, logrando de este modo el doble objetivo de proporcionar una fuente de ingresos estable

a un determinado número de familias de la zona rural, disminuyendo en parte la actividad agrícola en la reserva.

Por supuesto, la inestable situación política y económica de Honduras y la importante limitación de fondos para la gestión de la reserva, obliga a que todas estas propuestas se vayan introduciendo de forma paulatina. Deberían verse incluidas en las actuaciones selvícolas contempladas en el plan de manejo para garantizar la continuidad temporal de dicha actuaciones.

5.1 Propuestas selvícolas en bosque latifoliado

Recordamos el Decreto 49/90, Capítulo 3, Sección 3ª, artículo 35: "*Queda terminantemente prohibida la extracción de madera, leña, arbustos, líquenes, musgos, orquídeas, y otras especies de las cuencas, subcuencas y microcuencas productoras de agua*".

A pesar de que en la reserva no está permitido el aprovechamiento maderero de los bosques, vamos a exponer unas directrices básicas de selvicultura tropical en bosques latifoliados húmedos. Un aprovechamiento sostenible de los recursos forestales de la reserva puede convertirse a medio y largo plazo en una solución ante la continua deforestación sufrida.

Consideramos que las autoridades administrativas del Merendón deben tener en cuenta este punto y plantearse la posibilidad de realizar prácticas y tratamientos selvícolas con el doble objetivo de un aprovechamiento sostenible del elevado número de especies de valor comercial presentes en la reserva y protección de los bosques.

A corto y medio plazo se puede estudiar el rendimiento de la realización de las prácticas selvícolas que exponemos a continuación en una extensión forestal limitada y experimental. Dicha extensión, además de servir como finca experimental y generar empleo, puede ser utilizada en el sector turístico de la reserva, mostrando al visitante las medidas culturales que se llevan a cabo para la conservación de los bosques.

Para la elección de las especies de valor comercial a aprovechar, en primer lugar se debe hacer un inventario forestal previo y detallado en la parcela experimental, y en función de los resultados obtenidos elegir las especies deseables. En el Anexo IX del presente documentos se incluye una lista de 73 especies arbóreas hondureñas cuyas maderas tienen un valor comercial. Se debe analizar el rendimiento de cada una de las especies de valor económico cuya presencia ha sido constatada en el inventario para elección de las mismas.

La selvicultura es la ciencia y el arte de cultivar el bosque y sus posibles productos, con base en el conocimiento de la historia, vida y características generales de los árboles y rodales; especialmente, las características del sitio. El sistema silvicultural es un proceso que sigue principios silviculturales aceptados, durante el cual se cultivan, cosechan y renuevan los productos forestales del bosque (Ford Robertson, 1971).

Un sistema silvicultural es una secuencia lógica de actividades que se realizan para mantener, remover y reemplazar productos forestales. Los sistemas forestales para la producción de maderas se definen como una secuencia de muestreos y tratamientos para favorecer a ciertos árboles y eliminar otros, de manera que se obtenga un bosque con una mayor proporción de especies de árboles comerciales (Louman *et al.*, 2001).

La selvicultura tropical difiere de la selvicultura practicada en los países europeos por el elevado número de especies presentes en el bosque latifoliado, como es el caso de la Zona de Reserva del Merendón, no hay una única especie principal que deba ser favorecida para su aprovechamiento, sino multitud de ellas.

Por supuesto, la correcta elección del sistema y tratamientos selvícolas dependen de las características de la masa y de las condiciones climáticas y edáficas de la región.

En selvicultura tropical de bosques latifoliados hay dos tipos de sistemas silviculturales:

- Sistemas monocíclicos: consisten en aplicaciones directas de los tratamientos empleados en las masas regulares de Centroeuropa de finales del siglo XIX, y fundamentalmente del denominado Tratamiento por aclareos sucesivos. Suponen que los pies comerciales extraídos serán sustituidos permanentemente por otros también comerciales y, por consiguiente, que su regeneración natural será satisfactoria. Trata de conseguir la regeneración natural de las especies comerciales por medio de cortas de aclareo en los pies que ya han alcanzado el turno considerado óptimo. Evidentemente, se dejan como árboles padre aquellos que muestren mejores fenotipos. En los bosques con período seco es imprescindible concentrar las cortas en dicha época para posibilitar la diseminación de los pies comerciales en el único momento adecuado del año (San Miguel *et al.*, 1997).

- Sistemas policíclicos: también conocidos por cortas discontinuas, son aquellos en los que las cortas finales implican la extracción de sólo una parte del volumen maderable del bosque, y se repiten en un mismo rodal a intervalos cortos de tiempo (rotaciones). De esta forma, la masa mantiene una mezcla de clases de tamaño y edad, y una alta complejidad estructural. Su aplicación debe limitarse a las masas cuyas principales especies comerciales sean de temperamento relativamente tolerante o de sombra, y que presenten un elevado número de pies jóvenes de cierto tamaño, con posibilidades de sustituir a los que se extraen en cada intervención. De otro modo, los huecos dejados por los pies apeados serían ocupados por árboles no comerciales, y el bosque se empobrecería gradualmente en especies comerciales, perdiendo valor económico (San Miguel *et al.*, 1997).

En la Zona de Reserva del Merendón sería aconsejable aplicar el sistema policíclico que mantiene una mezcla de clases de tamaño y edad y una alta complejidad estructural, no podemos olvidar que la reserva es una zona protegida en la cual el aprovechamiento de los recursos maderables no sería el objetivo principal de gestión, sino una alternativa económica que pretende favorecer la conservación de los bosques.

La elección de un sistema policíclico es más adecuada en las regiones en las que hay una importante presión económica. Requieren una menor inversión inicial y significan un menor riesgo financiero y ecológico, los ingresos obtenidos son más frecuentes aunque menores por unidad de área que los sistemas monocíclicos. Por lo tanto, estos sistemas se adaptarían mucho mejor a las condiciones existentes en nuestro caso particular.

Los sistemas policíclicos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Sistemas de enriquecimiento: manejan la masa en pie y pretenden aumentar la proporción de especies comerciales por medio de plantaciones en el bosque. Los esfuerzos para asegurar la regeneración del bosque se enfocan principalmente en la regeneración artificial dentro del bosque. Si todas las actividades están dirigidas a favorecer las plantaciones, puede convertirse en un sistema monocíclico (San Miguel *et al.*, 1997).

No consideramos este sistema como el más apropiado teniendo en cuenta las condiciones legales y naturales de la reserva. La regeneración artificial del bosque sería demasiado costosa para un presupuesto limitado y los resultados obtenidos no serían los deseados ya que obtendríamos un bosque cuya biodiversidad disminuye constantemente.

- Sistemas de mejoramiento: manejan la masa en pie y pretenden homogeneizar la composición florística drásticamente por medio de eliminación de especies no deseables mediante la aplicación de cortas de refinamiento (San Miguel *et al.*, 1997).

El sistema silvicultural CELOS es el sistema de mejoramiento más estudiado en América Latina. De manera resumida, el sistema CELOS consiste en la realización de intensos refinamientos de las especies no deseables de diámetro a la altura del pecho (DAP) entre cinco y diez centímetros. Los resultados obtenidos en experiencias anteriores muestran un aumento de la regeneración de especies no comerciales, por lo que se hace necesaria la aplicación de periódicos tratamientos de limpieza que aumentan los costos de la gestión.

Este sistema tiene numerosos detractores: el sistema resulta en una reducción sustancial de la diversidad biológica, el aprovechamiento policíclico puede resultar en degeneración genética de las especies comerciales, y el refinamiento puede eliminar especies que actualmente no tienen valor comercial, pero que en el próximo ciclo podrían ser comerciales (Louman *et al.*, 2001)

Por una orientación clara hacia un aprovechamiento forestal intenso del bosque, y por cada una de las críticas expuestas en contra de este sistema, no consideramos el sistema de mejoramiento como el sistema de gestión de los bosques latifoliados de la reserva.

- Sistemas de entresaca: también manejan la masa en pie, pretenden aumentar la proporción de especies comerciales en el bosque sin eliminar especies no deseables. Eliminan principalmente árboles que compiten directamente con árboles de futura cosecha y el tratamiento silvicultural principal es el aprovechamiento (San Miguel *et al.*, 1997).

Este sistema mantiene una mayor complejidad estructural, es menos agresivo con el bosque existente y se puede realizar con reducidos presupuestos.

El sistema de entresaca ha sido puesto en práctica en Queensland, Australia. De esta experiencia se pueden extraer varias conclusiones que nos hacen considerar punto por punto este sistema como el más adecuado para poner en práctica en una parcela experimental del Merendón:

a.- Es posible aplicar sistemas silviculturales de entresaca como base técnica para el manejo forestal de bosques húmedos tropicales, sin perjudicar las futuras opciones de manejo de los bosques para cumplir con una variedad de funciones. Después de más de 40 años de aprovechamiento y manejo, el bosque en Queensland era lo suficientemente diverso y cumplía funciones ecológicas importantes para declararlo Patrimonio Mundial.

b.- El aprovechamiento de madera no necesariamente es el uso del bosque más atractivo económicamente. Con una buena infraestructura, buenas facilidades y turistas que pagan por disfrutar de la naturaleza, el ecoturismo puede generar mayores ingresos.

c.- El aprovechamiento y la selvicultura, junto con una industria de transformación bien organizada, pueden contribuir a crear las condiciones para un manejo más integral de los bosques y mayor desarrollo económico para la gente que depende de ellos (Louman *et al.*, 2001).

Un sistema silvicultural se lleva a cabo en un largo periodo de tiempo, a lo largo de este periodo hay que realizar una serie de tratamientos para lograr los objetivos propuestos en la elección del sistema silvicultural.

Los tratamientos silviculturales son operaciones que modifican la estructura del bosque, y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general a reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés. Principalmente, se pretende dar un espacio o sitio ideal para el desarrollo de cada individuo deseado, y permitirle además un buen grado de iluminación. Esto se hace mediante la eliminación de un porcentaje de la masa no deseable o de individuos que afectan a los árboles valiosos para futuras cosechas. La eliminación de la competencia siempre será temporal, ya que la vegetación no deseada se recupera y vuelve a ser un obstáculo para los árboles remanentes deseables de futura cosecha (Louman *et al.*, 2001).

A continuación vamos a explicar brevemente los tratamientos silviculturales más utilizados en los trópicos que deberían ser realizados en caso de una hipotética puesta en marcha de un sistema selvícola de entresaca en una parcela experimental del Merendón. Todas estas actuaciones deberían estar contempladas en los planes operativos del plan de manejo de la reserva.

- Cosecha o aprovechamiento: el aprovechamiento es considerado muchas veces como el primer y más importante tratamiento silvicultural destinado al manejo de un bosque natural. La cosecha de árboles maduros con fines comerciales abre el dosel y disminuye la competencia por sitio al reducir el área basal. No obstante, las aperturas que se generan durante el aprovechamiento dependen de la ubicación de los árboles por extraer, y no de la presencia de árboles seleccionados de futura cosecha (Louman *et al.*, 2001).

Esta actuación es de vital importancia en la realización del sistema de entresaca elegido ya que es el tratamiento principal.

El éxito en la ejecución del sistema de entresaca depende en gran medida en la reducción de los daños causados en los pies próximos al árbol aprovechado, por lo que para la realización de esta actuación se necesita personal cualificado. Para la generación de empleo local, cabe la posibilidad de la realización de capacitaciones a los pobladores locales en los que se enseñen las técnicas de aprovechamiento menos dañinas para el bosque.

- Liberación: el tratamiento de liberación consiste, en primera instancia, en eliminar la vegetación que impide a los árboles de futura cosecha recibir una iluminación adecuada. También se aplica liberación cuando los árboles se encuentran muy próximos, lo que crea competencia por luz y nutrientes. El tratamiento se dirige específicamente a cada árbol seleccionado para la futura cosecha, y se eliminan los árboles circundantes inmaduros que compiten, generalmente a partir de 10 cm de DAP hasta el diámetro mínimo de corta establecido. Se busca favorecer a aquellos individuos prometedores como productores de madera que se encuentran en una situación de competencia desfavorable (Louman *et al.*, 2001).

Para la realización de los tratamientos de liberación en la hipotética parcela experimental hay que prestar especial atención en el pie que va a ser eliminado, nos debemos asegurar de la presencia de pies de la misma especie en los alrededores y no realizar estas cortas con excesiva intensidad y periodicidad. La elección de la intensidad y periodicidad de las cortas debe estar en consonancia con los resultados obtenidos en el inventario forestal realizado previamente y con los objetivos conservacionistas de la gestión. Del mismo modo que en el tratamiento anterior, habría que formar mediante capacitaciones a los pobladores de la reserva para la colaboración en la realización de estas actuaciones.

- Refinamiento: consiste en eliminar en el bosque todos los árboles de una o más especies no deseables a partir de un diámetro determinado. Este tratamiento es fácil de implementar puesto que se trabaja con base a una lista de especies, sin importar su ubicación respecto a otros árboles que conforman el rodal (Louman *et al.*, 2001).

Recordamos que el objetivo principal del sistema selvícola elegido es la conservación de los bosques y su biodiversidad, por lo que este tratamiento, en caso de realizarse, debe ser llevado a cabo con muy poca intensidad, con importantes restricciones y prestando atención en no eliminar todos los árboles de una misma especie, lo que se traduciría en una pérdida de biodiversidad.

- Saneamiento o mejora: este tratamiento consiste en la eliminación de los individuos sobremaduros, deformados, dañados o con problemas fitosanitarios, a partir de un diámetro preestablecido. Durante la aplicación de este tratamiento hay que tener en cuenta el interés de dejar árboles de importancia ecológica, tales como hospederos y fuentes de alimento para aves y otros animales importantes en la diseminación de semillas, poblaciones faunísticas en general (Louman *et al.*, 2001).

La realización de actuaciones de saneamiento y mejora son de gran importancia para el mantenimiento de las masas forestales en un buen estado fitosanitario. También hay que destacar el objetivo de una gestión integral de los recursos naturales de la reserva, por lo que se hace necesario el estudio de las interacciones bióticas de la fauna y flora de la reserva y actuar en consecuencia.

- Raleo: eliminación de árboles de especies comerciales o no que están o estarán en competencia con los árboles seleccionados. En bosques naturales, el raleo busca disminuir la competencia de altas densidades de regeneración, o de fustales cuando la densidad de árboles de especies deseables es muy elevada (Louman *et al.*, 2001).

Esta actuación es de especial importancia en las masas de bosque joven y matorral que tienen tanta presencia en la Zona de Reserva del Merendón tras el abandono de tierras de cultivo y pastizales. Estas formaciones tienen elevadas densidades que causan una gran competencia por luz y nutrientes.

- Corta de lianas: además de disminuir la competencia, evita la apertura de grandes claros, producto de la caída de árboles atados al árbol cosechado. La corta de lianas evita el desperdicio de árboles de futura cosecha dañados durante el aprovechamiento. Además es importante señalar que algunas lianas, al ser eliminadas, pueden ser aprovechadas para la construcción de artesanías e instrumentos de uso familiar (Louman *et al.*, 2001).

Consideramos que esta actuación tiene especial importancia por la actividad alternativa que genera la construcción de artesanías e instrumentos de uso familiar por parte de las comunidades del Merendón.

En la actualidad, la estudiante de Ingeniería de Montes María Jesús Barbero está realizando su Proyecto de Fin de Carrera dentro del programa de becas de la UPM de Proyectos de Fin de Carrera para el Desarrollo titulado *Estudio de los productos no maderables en la Zona de Reserva del Merendón, Honduras*, en el que se analiza la presencia de un elevado número de bejucos y lianas entre otras especies vegetales, y el rendimiento económico que puede proporcionar a los pobladores. Este valioso estudio debe ser tenido en cuenta en la elección de la intensidad y de las especies de lianas a aprovechar para la realización de esta actividad económica alternativa.

- Plantaciones de enriquecimiento: influye en la regeneración de especies deseadas en el bosque utilizando plantas de especies valiosas producidas en viveros o recolectadas en otros sitios del bosque (Louman *et al.*, 2001).

Esta actuación silvicultural no es recomendable en las masas naturales de latifoliado de la reserva por el objetivo de conservación de sus bosques y biodiversidad, ya que la introducción de especies comerciales tiene como único fin aumentar el rendimiento económico del aprovechamiento a merced de un empobrecimiento ecológico de las formaciones.

Cabe la posibilidad de fomentar la plantación de maderas valiosas en terrenos agrícolas o pastizales abandonados de las cotas bajas de la reserva, como son la caoba y la teca, ya que estas especies se adaptan bien a las condiciones climatológicas de la reserva. Además de proporcionar un rendimiento económico, la puesta en marcha de parcelas de plantaciones comerciales puede generar empleo local y proporcionar una cubierta arbórea artificial que disminuya las importantes pérdidas de suelo de la reserva.

En las proximidades de la ciudad de San Pedro Sula existen parcelas experimentales pertenecientes a la cooperación taiwanesa en la que encontramos plantaciones de maderas de alto valor comercial, entre ellas caoba hondureña (*Swietenia macrophylla*) y teca (*Tectona grandis*) (figuras 5.1 y 5.2), que pueden ser analizadas para el estudio del rendimiento económico de estas especies en el mercado hondureño plantadas en una situación climatológica similar a la de las cotas bajas de la reserva.

Para una plantación de especies valiosas en la reserva, hay que hacer un análisis previo del suelo donde se pretende realizar dicha plantación, en consonancia con los resultados obtenidos y las condiciones climáticas del lugar, elegir la especie que puede dar un mayor rendimiento. En el caso de la *Tectona grandis*, el análisis de suelo es imprescindible para la elección del emplazamiento de la parcela, ya que la mayoría de los suelos de la reserva tienen un pH ácido y dicha especie tiene un buen crecimiento en suelos básicos.

Un posible emplazamiento de estas plantaciones puede ser un terreno abandonado en las cotas bajas de las cuencas de los ríos Manchaguala y Chamelecón, donde la cubierta arbórea se encuentra muy deteriorada. Es aconsejable la elección de una especie intolerante para su introducción en suelos que han perdido la cubierta arbórea y no hay sombra.



Figura 5.1: Plantaciones de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla*) en las proximidades de San Pedro Sula

Figura 5.2: Plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en las proximidades de San Pedro Sula

5.2 Protección del bosque de coníferas frente al gorgojo

Los escarabajos descortezadores, llamados gorgojos del punto en Centroamérica, de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* son los insectos de mayor importancia económica en los bosques de coníferas y se extienden desde Canadá y Estados Unidos hasta Nicaragua. De la especies que se encuentran en Centroamérica, el gorgojo descortezador *Dendroctonus frontalis* es una de las plagas más dañinas (*The American Phytopathological Society*, 2003)

En los últimos 20 años, ha habido numerosos ataques de plagas de gorgojo en los pinares situados en el sector occidental de la reserva del Merendón.

En el último de ellos, producido en el verano de 2006, aproximadamente 50 hectáreas de superficie ocupadas por *Pinus oocarpa*, fueron cortadas para frenar el avance de una plaga del gorgojo descortezador *Dendroctonus frontalis*.

Esta superficie se localiza en el bosque de coníferas dominado por pino ocote situado en el margen occidental del río Manchaguala, en cotas comprendidas entre los 400 y 700 metros sobre el nivel del mar.

Con el objetivo de evitar dichas en plagas en un futuro vamos a proponer una serie de actuaciones forestales dirigidas a la prevención de plagas de gorgojo en esta región.



Figura 5.3: Pinar talado como consecuencia de la plaga del gorgojo descortezador en la cuenca del río Manchaguala

La descripción, biología, y detección del escarabajo descortezador *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, ha sido obtenida del trabajo de Rivera Rojas (2008):

Los adultos son escarabajos que miden entre tres y cuatro milímetros de largo. Tienen patas cortas, cilíndricas y son de color negro.

Inician sus ataques en pinos debilitados por rayos, fuegos, alta densidad del rodal, etc. Una vez infestados de 30 a 50 pinos, estos brotes son capaces de crecer rápidamente si no se aplica ningún control. Bajo estas condiciones de plaga, los gorgojos (huevos, larvas, pupas y adultos) se desarrollan dentro de la corteza de los pinos infestados, cumpliendo el ciclo de vida desde cuatro hasta seis semanas. Al emerger del árbol, los adultos vuelan en búsqueda de un nuevo hospedante, únicamente sobreviven unos pocos días fuera del árbol.

A primera vista, el síntoma de que un árbol ha sido atacado por el gorgojo descortezador del pino es el descoloramiento del follaje. Las acículas cambian de color verde a color amarillento y luego a rojo o marrón. De cerca, se pueden apreciar pequeñas acumulaciones de resina en las grietas de la corteza, que indican la entrada de los gorgojos adultos.

Los rodales con mayor susceptibilidad al ataque del gorgojo están caracterizados por una alta densidad, una reducción en el crecimiento radial, debilitados por fuegos u operaciones de resinación y ubicados en suelos pobres. Sequías extremas e inundaciones aumentan la probabilidad de plagas de gorgojo.

El mejor método de reducir la pérdida de bosques debido al gorgojo es la aplicación de medidas preventivas adecuadas, monitoreo periódico de la condición del rodal, y un buen control de los brotes tan pronto como sean detectados.

Se recomiendan las siguientes medidas preventivas a realizar en las masas de coníferas de la reserva del Merendón. Estas medidas deben contemplarse en los planes operativos del plan de manejo de la reserva para garantizar una continuidad temporal en las actuaciones, necesaria para mantener los bosques de pino en un buen estado fitosanitario

- Eliminación de pinos de alto riesgo: durante los primeros años de establecimiento de los rodales, se recomiendan raleos de saneamiento, que consisten en la eliminación de los árboles bifurcados, suprimidos, o de fuste sinuoso. También se deben eliminar árboles infestados severamente por muérdago, organismos patógenos y los pies enfermos. Dichos árboles debilitados pueden atraer gorgojos de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* (Espino y Billings, 2005).

- Regulación de densidades: en los bosques jóvenes, se deben hacer raleos cada 5 ó 10 años empezando a los 8 ó 12 años de edad para reducir la competencia entre los árboles y mantener un buen crecimiento. Los rodales de pino raleados periódicamente tienen mayor capacidad de resistencia ante los ataques iniciales y ante el crecimiento de los brotes de gorgojo. Un área basimétrica ideal del rodal oscila entre 18 y 20 metros cuadrados por hectárea. Los árboles con copas reducidas, los suprimidos e intermedios, son los primeros a cortar, dejando en pie los árboles dominantes y codominantes con buena salud, con una copa viva y vigorosa (Espino y Billings, 2005).

- Evitar incendios forestales: los bosques debilitados frecuentemente por fuegos o incendios son más susceptibles al ataque de gorgojos. En cambio, en rodales de más de 10 años de edad, quemadas prescritas y controladas cada 3 ó 5 años pueden reducir la competencia entre los árboles al eliminar los árboles suprimidos en rodales muy densos y plantas en el sotobosque (Espino y Billings, 2005).

- Favorecer rodales de diversas edades y de especies más resistentes: los bosques de pino sufren menos daño por parte de plagas a medida que aumenta su diversidad de especies y edades. Por ejemplo, en Honduras, *Pinus oocarpa* y *Pinus caribea* son más susceptibles al ataque del gorgojo en comparación con el *Pinus pseudostrobus*. Del mismo modo, los bosques de pino mezclados con especies latifoliadas son menos susceptibles a los ataques del gorgojo que los bosques puros de pino (Espino y Billings, 2005).

Otras actuaciones de gestión aconsejables son la reducción de daños durante el aprovechamiento forestal de los pinos ya que la aparición de heridas hace al pino más vulnerable frente al gorgojo. A pesar de la prohibición de aprovechamiento de especies arbóreas en la reserva, existe un innegable aprovechamiento de los pies de *Pinus oocarpa* como leña debido a su potencial combustible por ser una madera con un alto contenido en resinas. Por lo que se aconseja un mayor cuidado y vigilancia en los bosques de coníferas y la realización de capacitaciones para la exponer a los pobladores locales el desarrollo de la plaga de gorgojo, sus consecuencias, y cómo realizar el aprovechamiento de la madera de pino minimizando daños ya que su extracción y utilización resulta inevitable.

Se debe formular y llevar a cabo el plan de manejo forestal durante todas las etapas de crecimiento del rodal. Los rodales de alto riesgo pueden ser identificados y tratados para reducir su susceptibilidad y potencial ante ataques de insectos y enfermedades. La selvicultura preventiva ofrece la más práctica y duradera forma de lograr una buena conservación de las masas de pinares.

En Centroamérica, las plagas del gorgojo del pino son cíclicas, ocurriendo generalmente cada 10 ó 20 años y duran entre 2 y 5 años. Durante el periodo de plagas si no se aplica ningún control, incluso los bosques sanos pueden ser atacados una vez que las poblaciones de gorgojo aumentan. (*The American Phytopathological Society*, 2003). Por lo tanto es importante la detección y el control a tiempo de los brotes existentes.

En algunos casos, como el acontecido en la reserva en los últimos años, muchos de los bosques afectados por gorgojo, sufren un cambio en el uso del suelo al terminar la plaga. Para evitar la pérdida permanente de los bosques, las autoridades administrativas de la reserva deben hacerse cargo de la restauración del área afectada, asegurando la regeneración de la cubierta arbórea.

Para ello, se recomienda eliminar los pinos muertos y limpiar el área afectada para favorecer la regeneración natural del pinar. Si la presencia de árboles semilleros es insuficiente, se pueden usar plántulas de un vivero. Es importante proteger los pinos jóvenes ante incendios durante los primeros años para garantizar la regeneración (Espino y Billings, 2005).

Por último, cabe destacar que la puesta en marcha de todas estas actuaciones de prevención y restauración en las masas de coníferas, al igual que los tratamientos selvícolas en el bosque latifoliado, puede generar un importante número de puestos de trabajo en las comunidades rurales próximas a las áreas afectadas por la plaga de gorgojo, principalmente en las comunidades de Ladrillos, Buenos Aires y Guadalupe de Bañaderos.

5.3 Sistemas agroforestales

Históricamente, los usuarios de la tierra (campesinos, pequeños productores) han percibido una incompatibilidad entre el componente forestal, árbol o bosque y el uso agropecuario. Para ellos, los árboles han representado un competidor creyendo que las especies forestales reducirán o reemplazarán los cultivos agrícolas. Cambiar esa percepción puede ser un proceso lento y difícil, ya que el uso tradicional de la tierra y el manejo de los recursos naturales a menudo están firmemente establecidos y socialmente aceptados en las comunidades locales, lo cual requerirá un largo proceso de educación y convencimiento con métodos demostrativos y un trabajo participativo de las comunidades (Sotomayor y Vargas, 2004).

Los sistemas agroforestales son sistemas y tecnologías de usos de suelo en los cuales las especies leñosas perennes se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/ o producción animal en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. Los sistemas agroforestales pretenden diversificar la producción, generando bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas de los productores y proveyendo beneficios socioeconómicos y ecológicos (Nair, 1997).

EL principal problema para la puesta en marcha de sistemas agroforestales en la Zona de Reserva del Merendón es la desconfianza mostrada por los agricultores para introducir especies arbóreas en sus cultivos ya que dichas especies no proporcionan beneficios económicos a corto plazo y requieren una inversión inicial que la mayoría de productores no puede costear. El empleo de sistemas agroforestales garantiza el uso racional y sostenible de los recursos forestales de la reserva a la vez que se contribuye a frenar la presión sobre los bosques generada por la agricultura migratoria realizada.

Hay numerosos aspectos positivos relacionados con la introducción de sistemas agroforestales en zonas que sufren un proceso de degeneración forestal como es el caso de la reserva del Merendón:

- Combinación de la producción de bienes, servicios y protección del medio.
- Fomento del empleo de autóctonas leñosas.
- Adecuación a los ambientes frágiles y a la situación económica precaria de los campesinos.
- Valoración de los aspectos socio – culturales.
- Complejidad estructural y funcional que proporciona a los suelos mayor estabilidad.

Los sistemas agroforestales se pueden clasificar en función de los componentes que lo conforman. Se dividen en sistemas agroselvícolas (árboles con cultivos), sistemas silvopastoriles (árboles con animales) y sistemas agrosilvopastoriles, los cuales son más complejos dado que incluyen árboles, cultivos agrícolas y animales.

De todos ellos, se propone la implementación de los siguientes sistemas agroforestales y potenciación de los que actualmente se practican en la reserva.

a.- Sistemas agroselvícolas

- Método Taungya: es un método que permite el establecimiento de plantaciones forestales simultáneas con cultivos, aunque estos últimos son temporales. El follaje de los árboles se desarrolla hasta impedir el crecimiento de los cultivos, y una vez que el componente forestal es retirado, se vuelven a establecer cultivos.

Para la realización de este sistema se necesita una subvención económica por parte de las autoridades u organismos que trabajan en la reserva, ya que los productores no pueden permitirse la práctica de una agricultura temporal, la agricultura de subsistencia que practican requiere una cosecha constante para la economía familiar. A pesar de esta inversión, esta práctica puede ser interesante si se emplean especies de frutales de las que se puede obtener un rendimiento económico a la vez que se minimizan las pérdidas de suelo.

- Cercas vivas: son plantaciones en líneas de árboles y arbustos en los límites de las parcelas, con el objetivo de impedir el paso de los animales o de la gente y delimitar una propiedad con la obtención de productos adicionales como forrajes, leña, madera, flores para abejas, frutos, postes y plantas medicinales.

Esta práctica ya se realiza en la zona de la reserva. Se emplean árboles y arbustos, junto con otros componentes, para formar hileras entre callejones usados para cultivos anuales. Se utilizan normalmente para mejorar el suelo (fijación de nitrógeno y mulch arbóreo) y/o reducir la erosión en pendientes (Sánchez Pérez, 2008).

- Alleycropping (cultivos en callejones): los cultivos alimenticios se siembran entre barreras de árboles leguminosos al contorno de la ladera. Las barreras se manejan como setos que se podan varias veces durante el invierno para proporcionar abono verde a los cultivos. Cumplen varias funciones, entre otras, protección frente a las fuertes precipitaciones, y reducción de la velocidad de la escorrentía, dejando pasar el agua pero atrapando el arrastre de hojarasca (materia orgánica) y suelo, formando una terraza detrás de la barrera.

Debido a la orografía montañosa de la reserva, esta práctica, que no se ha realizado con anterioridad en El Merendón, puede ser de importante ayuda en la reducción de las pérdidas de suelo por erosión en cultivos en pendiente. Una de las principales causas de las pérdidas de suelo en la reserva es la producida por escorrentía superficial en los cultivos en ladera, que tienen gran superficie en el conjunto de la zona rural.

Se recomienda la realización de parcelas experimentales con distintas especies de leguminosas que actúen como barreras para la elección de la especie que mejor se adapte a las condiciones existentes, y la puesta en marcha de capacitaciones y ayudas para la obtención de leguminosas para que los productores realicen estas prácticas.

- Sistemas pluriestratificados: técnica agroforestal que comprende el cultivo intercalado intensivo con cultivos de plantación, como el coco, el cacao, el café y el caucho.

Esta práctica también es utilizada por los productores del Merendón, sobre todo en las comunidades situadas en las cotas más altas de la zona rural, donde hay una importante presencia de cafetales.

Cabe destacar, que además de la protección que proporciona al suelo la planta de café, también se utilizan árboles de sombra en dichos cultivos, especies maderables aprovechadas por las familias y especies de uso múltiple utilizadas para la fijación del nitrógeno, obtención de sombra y producción de mulch.

- Jardines caseros (huertos caseros): constituyen formas altamente eficientes de uso de la tierra, incorporando una gran variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento. El resultado es una estructura similar a los bosques tropicales con diversas especies y una configuración por estratos.

También hay presencia de huertos caseros en las comunidades de la zona rural. Se da una mezcla de estratos complejos de árboles, arbustos, cultivos perennes y anuales, animales (principalmente cerdos y gallinas) para generar una multitud de productos comerciales y fundamentalmente de uso familiar (Sánchez Pérez, 2008). Estos jardines proporcionan una fuente de ingresos adicional a las familias y puede reducir la agricultura itinerante.

b.- Sistemas silvopastorales

- Pastoreo en bosques naturales: son los sistemas silvopastorales más antiguos y se han practicado desde hace mucho tiempo en Europa y en América desde la colonización.

La práctica de este sistema es inviable en los bosques latifoliados de la reserva por la dificultad de desplazamiento que tendría el ganado (principalmente vacuno) en dichos bosques por la elevada densidad de pies por hectárea existente y la presencia de un estrato arbustivo. En cambio, en los bosques de coníferas y los bosques mixtos se puede realizar esta práctica. En la cuenca hidrográfica del río Manchaguala se han encontrado zonas de bosque mixto aclarado en las que se ha introducido ganado vacuno.

- Pastoreo en plantaciones forestales para madera. Debe considerarse la integración de un componente ganadero en dichas plantaciones para proporcionar ingresos durante el tiempo en que los árboles no se explotan, también con el objetivo de reducir el riesgo de incendios forestales.

Esta práctica sería interesante en el caso de realizarse plantaciones de maderas valiosas en cultivos y pastizales abandonados. El principal inconveniente es la elevada inversión que debe realizar el productor para la obtención de especies maderables y ganado, por lo que sería interesante la concesión de subvenciones por parte de las autoridades administrativas del Merendón.

- Praderas con árboles o arbustos forrajeros. Consiste en la incorporación de árboles o arbustos forrajeros en praderas naturales o artificiales. Las distintas modalidades pueden incluir los cercos vivos, los bancos de proteína, generalmente leguminosas, y la inclusión de forrajeras arbustivas o arbóreas directamente en las praderas. Estos sistemas están aún poco difundidos, pero representan el mayor potencial en cuanto a su posible impacto a nivel de la producción animal en Latinoamérica tropical.

En la cuenca hidrográfica del río Manchaguala y del río Frío hay presencia de pastizales con un pequeño componente arbóreo. No se trata de bosques naturales, sino de áreas dedicadas al pastoreo de ganado vacuno con pies arbóreos que pueden cumplir funciones de producción de madera u otros bienes, fijación de nitrógeno, reducción de erosión en pendientes, producción de mulch, etc.



Figura 5.4: Sistema silvopastoral en la cuenca del río Manchaguala

c.- Sistemas agrosilvopastoriles

Dentro de este tipo de sistemas se incluyen: árboles con pastos, pastos en bosques de regeneración natural, árboles forrajeros, plantaciones agrícolas (cocotero, hule, frutales) con cultivos y pastos.

Este sistema es un compendio de varios de los sistemas expuestos con anterioridad, por lo que también sería interesante la puesta en marcha de parcelas experimentales de sistemas agrosilvopastoriles para el análisis de los beneficios económicos y medioambientales obtenidos.

Por último, cabe destacar que en el año 2008, la Ingeniera de Montes Cristina Sánchez Pérez, con una subvención de la Universidad Politécnica de Madrid y en colaboración con Cáritas San Pedro Sula ejecutó su Proyecto Fin de Carrera *Mejora de la tecnología de cultivo en pendiente mediante el establecimiento de parcelas de ensayo agroforestal en la montaña del Merendón (Honduras)*.

La ejecución de dicho proyecto consistió en la implementación de once parcelas agroforestales en las tierras de productores seleccionados entre los pobladores del Merendón. Dichas parcelas fueron enriquecidas con árboles frutales: aguacate, litchi, piña, plátano, papaya, limón, rambután, cacao y pimienta negra. Se seleccionaron los árboles frutales para cada parcela en función de las condiciones agro-ecológicas de las mismas.



Figura 5.5: Parcela agroforestal en Guadalupe de Bañaderos

El doble objetivo de este proyecto es la reducción los riesgos de erosión de las laderas cultivadas y el aumento del interés de los agricultores por los cultivos perennes combinados.

Obviamente, se necesita el transcurso de un largo periodo de tiempo para una objetiva valoración de los resultados y la cosecha obtenida por parte de los agricultores en dichas parcelas agroforestales.

Entre Febrero y Marzo de 2009 se realizaron una serie de encuestas a los agricultores que participan en el proyecto de dichas parcelas agroforestales. Según la información proporcionada por diez de los participantes entrevistados, de las 1.923 plantas de frutales entregadas, 1.311 de ellas sobrevivieron, es decir, aproximadamente un 70%.

Las causas de mortalidad del 30% restante, fueron principalmente las condiciones climáticas del invierno de 2008, excesivamente lluvioso y frío, la existencia de distintas plagas (taltuzas, zompopos, abeja negra...), y el maltrato de las plantas en el transporte, ya que algunas de ellas llegaron dañadas según los entrevistados.

Como primera experiencia podemos considerar estos resultados positivos. La totalidad de los productores que participaron en el proyecto se han mostrado muy satisfechos con el desarrollo de sus parcelas, en el próximo año empezarán a sacar un rendimiento económico al esfuerzo realizado.

Para un buen funcionamiento de los sistemas agroforestales es imprescindible que los productores puedan constatar que el rendimiento de sus parcelas no disminuye al introducir pies arbóreos en sus cultivos, logrando de esta manera una reducción de la erosión y pérdida de tierra en las laderas cultivadas y la obtención de una fuente de ingresos extra para la economía familiar.

Para proyectos de índole agroforestal es necesario un amplio seguimiento a lo largo del tiempo para la obtención de resultados.

Consideramos que las actuaciones a llevar a cabo en un futuro en el Merendón por parte de las autoridades y las distintas organizaciones que trabajan en la reserva deben incluir el impulso y seguimiento de este tipo de proyectos para la introducción de sistemas agroforestales en la reserva. Hemos visto en el capítulo anterior que la existencia de vegetación en contacto con el suelo reduce considerablemente las pérdidas de suelo por erosión superficial en la época de precipitaciones.

5.4 Planificación de los usos de suelo

Los resultados de las pérdidas de suelo por erosión y el mapa de pérdidas de suelo de 2009 elaborado mediante RUSLE, pueden ser útiles para la propuesta de una planificación de los usos de suelo de la reserva, que tenga como objetivo la compatibilidad de los usos de suelo de la reserva con respecto a las pérdidas de suelo tolerables por parte de éstos.

De Blas Moncalvillo (2008) propone la confección de un nuevo mapa de “Ordenación de los usos del suelo según el modelo RUSLE”, que se corresponde con la tabla siguiente:

Vocación del suelo	Estado de la erosión en las unidades homogéneas		Código
Terrenos forestales	$A_i < A_t$: uso actual del suelo compatible		1
	$A_i > A_t$: uso actual del suelo incompatible (es preciso sustituir o mejorar)		2
	$A_i < A_t$: uso actual del suelo compatible		3
Terrenos agrícolas	$A_i > A_t$: siendo P_i la práctica de conservación de suelos correspondiente	$A_i \cdot P_i < A_t$: uso del suelo compatible	4
		$A_i \cdot P_i > A_t$: uso del suelo incompatible. Es preciso reclasificar	5
Improductivo			6

Tabla 5.1: Ordenación de los usos del suelo según el modelo RUSLE

En la tabla anterior:

A_i , representa las pérdidas de suelo en las unidades o superficies homogéneas.

A_t , representa las pérdidas de suelo tolerables.

Habría que determinar por lo tanto las pérdidas de suelo tolerables, para que a continuación se localizasen las zonas más perjudicadas por la erosión y actuar en cada una de ellas en función de los códigos asignados.

En un futuro, sería conveniente realizar una planificación de los usos del suelo a nivel general según este esquema, con una serie de medidas correctoras correspondientes en cada caso.

Para la elección de las medidas correctoras adecuadas hay que hacer un análisis pormenorizado de cada situación a corregir, la viabilidad de estas medidas y las consecuencias y resultados que éstas proporcionarían.

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑADAS GÓMEZ, Rosa; 2009. *Estudio de alternativas de desarrollo para la montaña del Merendón (Honduras): propuesta de un plan de estudios de un bachillerato agroforestal*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Universidad Politécnica de Madrid.
- CASTAÑEDA, Mario R.; 2003. *Reporte del reconocimiento a los deslizamientos en la montaña El Merendón-San Pedro Sula (19 de marzo del 2003)*. Informe realizado por COPECO para División Municipal Ambiental - Municipalidad de San Pedro Sula. Tegucigalpa, Honduras.
- DE BLAS MONCALVILLO, Miguel; 2008. *Ordenación Agrohídrológica de la cabecera del río Frío en la zona de reserva del Merendón (Honduras)*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- DE LA RÚA RODRÍGUEZ, Luis; 2006. *Planificación y programa de actuaciones en la Reserva del Merendón (Honduras)*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- DIMA; 1993. *Memoria del Mapa de vegetación y usos del suelo en la Reseva del Merendón*. Municipalidad de San Pedro Sula, División Municipal de Aguas, Departamento de recursos hídricos. San Pedro Sula, Honduras.
- DIMA; 1994a. *Estudio de Población en la Reserva del Merendón*. Municipalidad de San Pedro Sula, División Municipal de Aguas, Departamento de recursos hídricos. San Pedro Sula, Honduras.
- DIMA; 1994b. *Estudio de suelos de la zona de Reserva del Merendón*. Municipalidad de San Pedro Sula, División Municipal de Aguas, Departamento de recursos hídricos. San Pedro Sula, Honduras.
- DIMA; 1994c. *Proyecto de planificación de las cuencas hidrográficas definidas por el decreto 46/90*. Municipalidad de San Pedro Sula, División Municipal de Aguas, Departamento de recursos hídricos. San Pedro Sula, Honduras.
- ESPINO, J.V.; BILLINGS, R.F.; 2005. *Cómo reconocer, prevenir y controlar plagas. El gorgojo descortezador del pino (Dendroctonus frontalis) en Centroamérica*. Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal y Servicio Forestal de Texas.
- FAO y PNUMA, 1980. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Roma.

- FAO, 2007. *Situación de los bosques del mundo 2007*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FORD ROBERTSON, F.C.; 1971. *Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products. The multilingual forestry technology series 1*. Washington DC: Society of American Foresters.
- GAGO ROGRÍGUEZ, Ángela; 2004. *Intervenciones de cooperación para el desarrollo de base tecnológica*. Curso de gestión de proyectos. CEPADE.
- HARALD, M.; MIES, E.; 1997. *Aplicación de la teledetección y de los sistemas de información geográfica en la gestión de recursos naturales. Parte I: Fundamentos teóricos y prácticos*. Curso internacional de capacitación profesional. Dictado desde el 22 de Julio de al 19 de Agosto de 1997 en Zschortau, Alemania. Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional.
- IGLESIAS BAYO, Irene; 2007. *Estudio económico de la alternativa de cultivo con *Jatropha curcas* L. en la reserva "El Merendón", Honduras*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- JICA; 1993. *Reporte Inicial de Examinación Ambiental*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Pacific Consultant Internacional, Kokusai Kogyo, Tokio.
- JICA; 1994. *Estudio del plan maestro sobre el control de la erosión y sedimentación en la cuenca piloto del río Choloma, San Pedro Sula, Departamento de Cortés, Honduras*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Pacific Consultant Internacional, Kokusai Kogyo, Tokio.
- KAPELLE, M.; BROWN, A.D.; 2001. *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- LAMPRECHT, H.; 1990. *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-*. Cooperación Técnica – República Federal de Alemania. Eschborn.
- LOUMAN, B.; QUIRÓS, D.; NILSSON, M.; 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Costa Rica.
- NAIR, P.K.; 1997. *Agroforestería*. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo, México. Primera edición en español.
- NELSON SUTHERLAND, C.H.; 1986. *Plantas comunes de Honduras*. Editorial Universitaria. Tegucigalpa, Honduras.
- PNUD; 2000. *Informe sobre el Desarrollo Humano 2000*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Mundi-Prensa Libros, s.a.

- PNUD; 2007. *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Honduras 2007*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. San José, Costa Rica.
- PNUD; 2008. *Informe sobre Desarrollo Humano, Honduras 2008*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. San José, Costa Rica.
- RIVERA ROJAS, M.; 2008. *Impacto potencial del cambio climático en eventos epidémicos del gorgojo descortezador del pino Dendroctonus frontalis Zimmermann (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) en Honduras*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- SAN MIGUEL, A.; TOUZA, A.; CASES, O.; 1997. *Bases para la gestión de los bosques tropicales*. Fundación Conde del Valle Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- SÁNCHEZ PÉREZ, Cristina; 2008. *Mejora de la tecnología de cultivo en pendiente mediante el establecimiento de parcelas de ensayo agroforestal en la montaña del Merendón, Honduras*. Proyecto fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- SERRANO OÑATE, Maite; 2004. *Diccionario crítico de Ciencias Sociales*. Universidad Complutense de Madrid.
- SOTOMAYOR, A.; VARGAS, V.; 2004. *Modelos agroforestales y biodiversidad*. Revista ambiente y desarrollo; Vol. XX N°2; Número Especial 20º Aniversario.
- SUÁREZ CASTRO, Allan Eduardo; 2008. *Estudio de vulnerabilidad a deslizamientos y derrumbes con base en cambios temporales de cobertura vegetal en la Zona de Reserva del Merendón, Departamento de Cortés*. Tesis de Grado. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque. Honduras.
- The American Phytopathological Society; 2003. *Plagas y enfermedades de las coníferas*. Oregon State University Corvallis – University of Northern British Columbia Prince George. Ediciones Mundi-Prensa.
- VILELA QUINTANA, Yago; 2009. *Desarrollo de la cría de mariposas como alternativa productiva para las comunidades rurales de las montañas del Merendón, Honduras*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- WALTER, H.; 1977. *Zonas de vegetación y clima*. Omega. Barcelona.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.; 1978. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. United States Department of Agriculture – Agriculture Research Service. Agriculture Handbook Number 537, Washington DC.

ANEXOS

ANEXO I: MAPAS CLIMÁTICOS

ANEXO II: LISTADOS DE FAUNA

**ANEXO III: DESARROLLO HUMANO Y OBJETIVOS DE DESARROLLO
DEL MILENIO EN HONDURAS**

ANEXO IV: ENTREVISTAS REALIZADAS

ANEXO V: IMÁGENES SATELITALES CEVS 2001

ANEXO VI: GEORREFERENCIACIÓN

ANEXO VII: ESTUDIO DE SUELOS

**ANEXO VIII: RECUPERACIÓN DE CUBIERTA ARBÓREA EN CULTIVOS
ABANDONADOS**

ANEXO IX: ESPECIES MADERABLES DE HONDURAS

ANEXO X: MAPAS

Anexo X.1: Mapa de usos de suelo de 2009

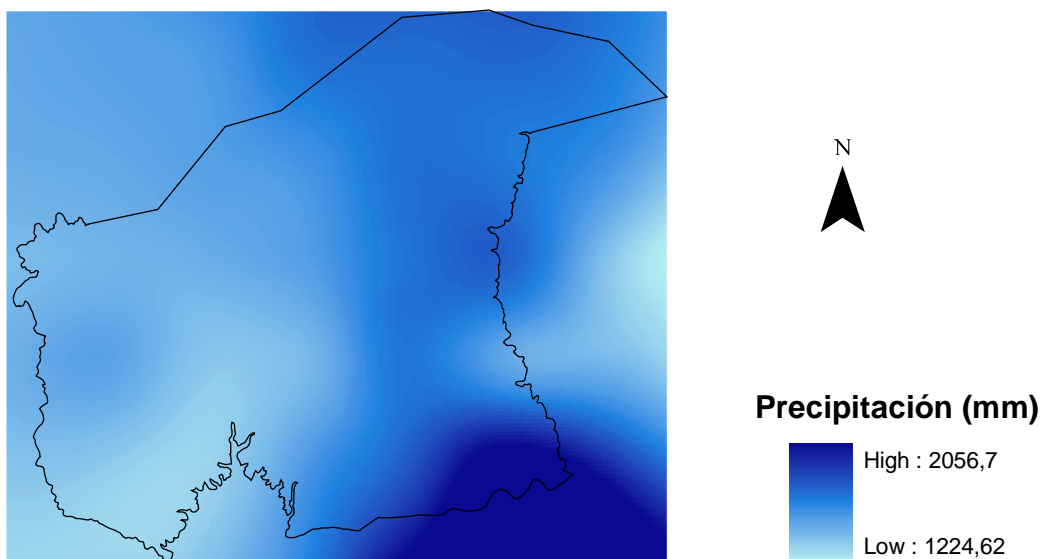
Anexo X.2: Mapa de pérdida de superficie forestal

Anexo X.3: Mapa de ganancia de superficie forestal

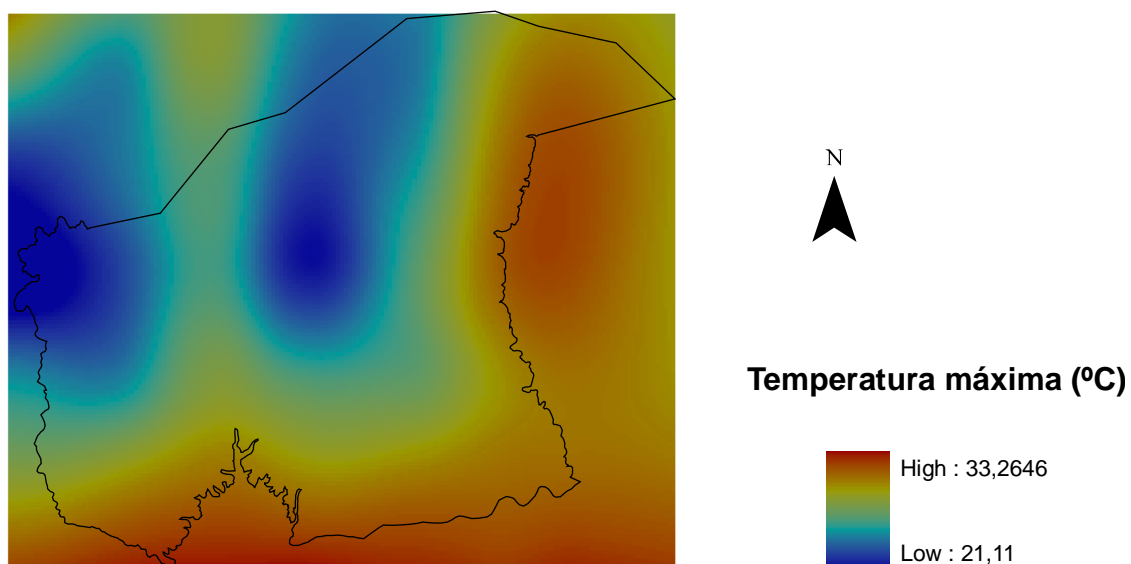
ANEXO I: Mapas climáticos

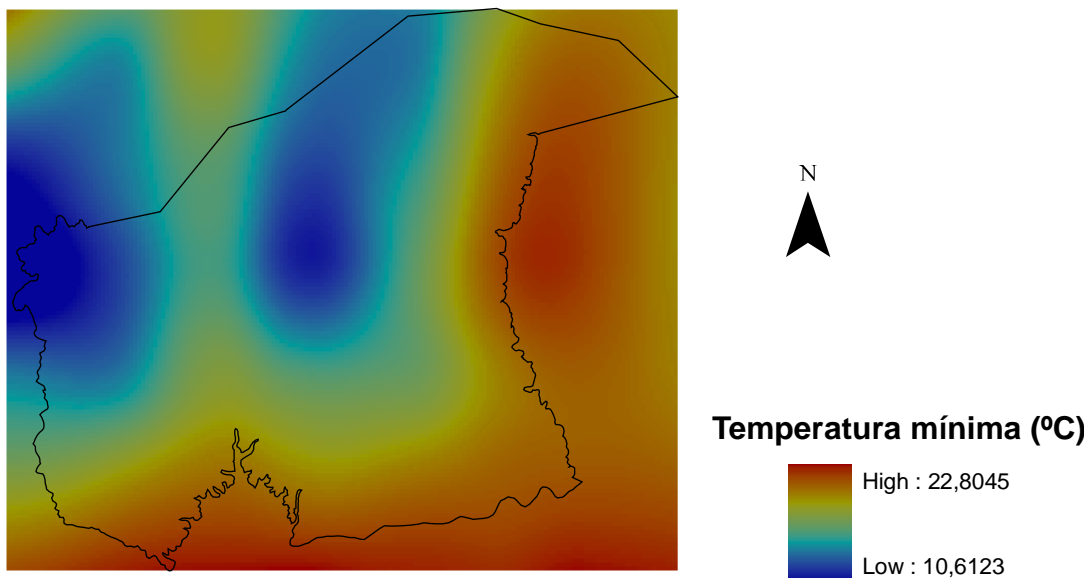
A continuación exponemos los mapas climáticos de la Zona de Reserva del Merendón. Estos mapas han sido cedidos por Aguas de San Pedro e incluidos en su Plan de manejo. La fuente de estos mapas es el Atlas Climático de Honduras de 2008.

Mapa de precipitación anual de la Zona de Reserva del Merendón



Mapa de temperatura media mensual máxima de la Zona de Reserva de Merendón



Mapa de temperatura media mensual mínima de la Zona de Reserva de Merendón

ANEXO II: Listados de fauna

A continuación exponemos los listados de fauna cedidos por Aguas de San Pedro e incluidos en su Plan de manejo. Dichos listados se basan en las siguientes fuentes:

- Plan de gestión Ambiental, hidroeléctrica Cuyamel (2006),
- Reporte de investigación de Expediciones Cusuco-Operación Wallacea (2008),
- Inventario de mamíferos en el Parque Nacional Cusuco (1991)

ANFIBIOS

Grupo	Familia	Especie	Nombre Común
CAUDATA	PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa conato</i>	Salamandra, Cantil
		<i>Bolitoglossa dunni</i>	Salamandra, Cantil
		<i>Bolitoglossa sp.</i>	Salamandra, Cantil
		<i>Nototriton nasales</i>	Salamandra, Cantil
ANURA	BUFONIDAE	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo
		<i>Duellmanohyla Somalia</i>	Rana arborícola
	HYLIDAE	<i>Hyla bomeliacea</i>	Rana Hyla
		<i>Plectrohyla dasypus</i>	Rana
		<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	Rana
		<i>Plectrohyla teuchestes</i>	Rana
		<i>Plectrohyla hypomykter</i>	Rana arborícola

REPTILES

Grupo	Familia	Especie	Nombre Común
SQUAMATA	ANGUIDAE	<i>Mesaspis moreleti</i>	Lisa
	IGUANIDAE	<i>Norops amplexquamosus</i>	Lagartija
		<i>Norops johnmeyeri</i>	Lagartija
		<i>Norops laevivantris</i>	Lagartija
		<i>Scelopores malachiticus</i>	Escorpión
SERPENTES	COLUBRIDAE	<i>Comiophanes bipunctatus</i>	Terciopelo
		<i>Dryadophis dorsalis</i>	Sonda
		<i>Drymarcon corais</i>	Zumbadora
		<i>Drymobius chloroticus</i>	Tamagas verde
		<i>Ninia atrata</i>	Culebra
	VEPERIDAE	<i>Botriechis marchi</i>	Tamagas verde
		<i>Cerrophidiam godmanii</i>	Tamagas chingo
		<i>Botrops asper</i>	Barba Amarilla

AVES

Grupo	Familia	Especie	Nombre Común
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Anabacerthia variegaticeps</i>	Hojarasquero
		<i>Sclerurus maxicanus</i>	Hojasquero
	TYRANNIDAE	<i>Empidomax albigulans</i>	Mosquero
		<i>Empidomax flavescens</i>	Mosquero
		<i>Mitrephanes phacocercus</i>	Mosquero crespado

MAMÍFEROS

Grupo	Familia	Especie	Nombre Común
MARSUPIALIA	DIDELPHIDAE	<i>Didelphys marsupialis</i>	Guazalo
		<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Guazalo
CHIROPTERA	CAROLLINAE	<i>Carollia perspicilata</i>	Murciélago
	STENODERMATINAE	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago
		<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago
RODENTIA	SCIURIDAE	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla
		<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla
	MURIDAE	<i>Tylomys nudicaudus</i>	Ratón
		<i>Peromyscus maxicanus</i>	Ratón
		<i>Scotinomys teguina</i>	Ratón
	ERETHIZONTIDAE	<i>Coendou mexicanus</i>	Zorro espín
		<i>Agouti paca</i>	Tepescuintle
	ABOITIDAE	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatuzá
		<i>Potos flavus</i>	Mico de noche
CARNIVORA	PROCYONIDAE	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
		<i>Nasua Larica</i>	Pizote
		<i>Felis concolor</i>	Puma, león
	FELIDAE	<i>Felis pardales</i>	Tigrillo
		<i>Felis yaguaroundi</i>	Gato de monte
		<i>Panthera onca</i>	Tigre
	CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Gato de monte
		<i>Conopatus mesoleucus</i>	Zorrillo
	MUSTELIDAE	<i>Eira barbara</i>	Cadejo
		<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo

ANEXO III: Desarrollo Humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio en Honduras

Este apartado muestra la realidad de la situación de Honduras respecto al Desarrollo Humano y el estado de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. No se dispone de los datos referentes al Índice de Desarrollo Humano en la Zona de Reserva de Merendón, pero podemos afirmar que su valor se encuentra muy por debajo de la media nacional de Honduras.

Honduras ocupa el puesto número 115 sobre un total de 177 países según la clasificación por el Índice de Desarrollo Humano realizada en el informe del PNUD (2008).

Honduras es un país con elevados índices de pobreza. Un 64,2% de población total vive por debajo del umbral de la pobreza, elevándose dicha proporción hasta el 70,2% en las zonas rurales.

Estas son las principales dificultades y causas del lento proceso de desarrollo en Honduras:

- La aplicación efectiva del Estado de Derecho es aún imperfecta. Los altos índices de inseguridad y delincuencia (donde cabe destacar el creciente fenómeno de las maras o pandillas juveniles), la falta de una política integral de seguridad y justicia, y la debilidad de los operadores del sistema judicial configuran un panorama de elevada inseguridad jurídica en el país.

- La Administración hondureña se caracteriza por la falta de un régimen que regule adecuadamente el Servicio Civil, lo que da lugar a una elevada inestabilidad laboral y a una discontinuidad en las políticas públicas derivadas de los cambios de personal en los sucesivos ciclos electorales. Además, existe un elevado grado de percepción de corrupción, que ha sido señalada por los empresarios como el primer problema y por los ciudadanos y empleados públicos como el tercer problema del país, tras la delincuencia y tras el elevado costo de vida.

- Por otra parte no existe un sistema tributario progresivo que fomente la equidad. El sistema impositivo está basado en impuestos lineales indirectos y es poco eficiente.

- Si bien en los noventa se impulsó la descentralización, Honduras continúa siendo un país fuertemente centralizado, con municipalidades dependientes financieramente del gobierno central y con debilidades institucionales significativas.

- En el área de cobertura de necesidades sociales básicas, es relevante señalar que en Honduras existe un importante déficit alimentario, que genera una elevada inseguridad alimenticia y altos índices de desnutrición: 42,1% de niños en las zonas rurales.

- El país tiene serios problemas en cuanto a la calidad de su educación, no tanto en cuanto a la cobertura, y de una insuficiente y deficiente cobertura de los servicios de salud.

- Honduras es el país centroamericano con mayor incidencia de VIH/SIDA: 1,6% de la población.

- La economía hondureña está escasamente diversificada, destacando la industria manufacturera, en concreto la maquila textil, y el sector agropecuario, que supone el 22,7% del Producto Interior Bruto (PIB), con una clara vocación exportadora (langosta, camarón, café, plátano).

- Alrededor del 25% del PIB es producido por microempresas.

- Reciente aprobación del Acuerdo de Libre Comercio entre Centroamérica y los Estados Unidos, que implica la posibilidad de que el 97% de los productos agrícolas hondureños y el 100% de los manufacturados ingresen en el mercado estadounidense libre de aranceles.

- A nivel medioambiental, el 90% del suelo es de vocación forestal. El hecho de que el 75% del territorio hondureño esté en pendientes superiores al 25%, junto con el elevado índice de deforestación sitúa al país en una elevada situación de riesgo ante desastres naturales. El paso del huracán Mitch en 1998 marcó un punto de inflexión en la historia del país debido a sus devastadores efectos.

- En cuanto a inequidad de género en el país, cabe destacar la escasa participación de las mujeres en la vida política, apenas el 7% de diputados y el 9% de alcaldes son mujeres. La violencia de género es un problema de elevadas proporciones, así como la inequidad en la percepción de ingreso, percibiendo las mujeres ingresos inferiores en un 47% al de los hombres.

En líneas generales, podemos decir que Honduras continúa estancada en un nivel de desarrollo humano medio. No obstante, a partir del año de 1975, el país muestra una tendencia ascendente, logrando en 1990 superar a Guatemala y Nicaragua. Esa tendencia comienza a desacelerarse de forma que en el periodo 2001-2004, los cambios en el Índice de Desarrollo Humano han sido bastante lentos, pasando de 0,660 a 0,664. De esta manera, el país se ubica como el segundo país con menos logros de la región, superando únicamente a Guatemala.

Respecto al estado de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, Honduras elaboró en el año 2003 y presentó a la comunidad internacional su primer *Informe sobre las Metas del Milenio, Honduras 2003*, mostrando a Honduras como un país que en la última década ha alcanzado logros importantes, especialmente en el campo de educación y en la provisión de infraestructura básica, lo que evidencia la posibilidad del cumplimiento de algunas metas. Sin embargo, el país tiene que profundizar sus esfuerzos en el combate de la pobreza y el hambre, como también en los temas del medio ambiente, VIH/SIDA y género, que siguen siendo los principales desafíos para el logro de las metas al año 2015.

En el año 2007 se presentó el Segundo Informe de País sobre los ODMs, que ha adoptado como premisa fundamental la idea de que el logro de los ODMs es una responsabilidad compartida. El *Informe sobre los ODMs, Honduras 2007*, fue preparado por Naciones Unidas en coordinación con el Gobierno de Honduras y bajo la conducción del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Según el PNUD (2007), la situación de cada uno de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio en Honduras, de manera resumida, es la siguiente:

Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre

La tasa de pobreza presenta una tendencia a la baja en el periodo 1991-2006, al pasar de 74,8% en 1991 a 62,1% en 2006, lo que equivale a 12 puntos porcentuales. Esta tasa se encuentra todavía muy distante de la meta establecida en la Declaración del Milenio (37,4%) para 2015, y de la fijada por la Estrategia para la Reducción de la Pobreza (ERP) de 42,0% para el mismo año. En el mismo periodo, la tasa de pobreza extrema se redujo en 11,9 puntos porcentuales, al pasar de 54,2% en 1991 a 42,3% en 2006. Aún así, este porcentaje no es suficiente para el logro de la meta para el año 2015 del ODM1 (27,1%) como la de la ERP (25,0%).

En Honduras, se han obtenido importantes logros en materia de reducción de la desnutrición infantil. La desnutrición global de ha reducido en 8,8 puntos porcentuales en un periodo de 15 años. Con una reducción adicional de 1,9 puntos porcentuales, se estaría logrando la meta de los ODM.

Objetivo 2: Lograr la enseñanza primaria universal

Aunque se han obtenido importantes logros en la cobertura bruta de los dos primeros ciclos de la educación básica durante el periodo comprendido entre 1990 y 2005, la cobertura neta se ha mantenido relativamente estancada.

Asimismo, el nivel de eficiencia de la educación ha ido mejorando en los dos primeros ciclos de nivel básico: el porcentaje de alumnos que ingresan a primer grado y que llegan a sexto grado pasó de 64,7% en 1990 a 79,4% en 2004, esto es, un aumento de 14,7 puntos porcentuales. Por lo que se va reduciendo la deserción en los dos primeros ciclos de educación básica.

También se han obtenido importantes logros en las tasas de alfabetización en jóvenes y aunque se ha avanzado bastante en la educación prebásica, todavía está pendiente el desafío de la mejora y aumento de la cobertura de la educación secundaria y universitaria.

Objetivo 3: Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer

La proporción de mujeres que asisten a los centros educativos supera ligeramente a la de hombres, sobre todo en el caso de la educación secundaria y la educación superior. Por otro lado, casi existe paridad entre niñas y niños en asistencia a la educación primaria. Todo esto revela un importante cambio cultural en la sociedad hondureña, específicamente en la visión de los padres de familia hacia la educación de sus hijas, así como de las mismas mujeres sobre la importancia de la educación como vía para abrirse nuevas oportunidades.

También cabe destacar los logros que han obtenido las mujeres en el proceso de acceder a espacios políticos relevantes de la sociedad hondureña.

Según el *Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2006*, Honduras tiene un índice de Potenciación de Género (IPG) de 0,53, ocupando la posición número 47 en la clasificación mundial, de un total de 75 países.

La violencia contra las mujeres es un grave problema social. Aunque en los últimos años se ha logrado un avance en el ámbito jurídico para proteger a las mujeres víctimas de la violencia, la tendencia que muestran las cifras de muertes violentas y de agresiones es preocupante.

Objetivo 4: Reducir la mortalidad infantil

La tasa de mortalidad infantil pasó de 35 muertes por cada mil niños nacidos vivos en 1991-1996, a 23 en 2001-2006. Esto significa una reducción de 12 puntos en 15 años, con un ritmo de disminución de 0,8 puntos anuales. Sin embargo, si se mantuviera esa misma tendencia, no se lograría alcanzar la meta ODM para 2015, que es de 12 muertes por cada mil niños nacidos vivos; como tampoco la meta establecida por la ERP, que es de 18 muertes por cada mil nacidos vivos.

Se ha conseguido reducir también la tasa de mortalidad en la niñez, y la mortalidad neonatal. Sin embargo, la mortalidad neonatal continúa representando la mayoría de los casos reportados de muertes infantiles, por lo que resulta imperativo el mejoramiento de los procesos de provisión de servicios asistenciales destinados a la atención del embarazo, parto y cuidados neonatales.

En 2005-2006 el porcentaje de vacunación de niños menores de 5 años es relativamente alto: el 97,8% de estos niños han sido vacunados contra la tuberculosis, el 90,7% contra la difteria, tos ferina y tétanos, el 82,6% contra la polio, y el 89,4% contra el sarampión.

Objetivo 5: Mejorar la salud materna

Los datos sobre mortalidad materna compilados por la Dirección General de Vigilancia de la Salud, son indicativos del fenómeno, pero no pueden constituir una tasa y sería arriesgado emplearlos como fuente para hacer generalizaciones.

Cabe destacar, sin embargo que se han logrado importantes avances en otros indicadores relacionados con la mortalidad materna. Prácticamente, se ha duplicado el porcentaje de partos institucionales, los que pasaron de 35% en 1990 a 69% en 2005, poniendo de manifiesto los esfuerzos que se realizan para mejorar la atención, cobertura y efectividad en los casos que son clínicamente atendidos, contribuyendo de esta manera a la reducción de la mortalidad materna e infantil.

Es significativo el aumento de mujeres que usan métodos anticonceptivos, y se advierte también un incremento en el uso de métodos anticonceptivos modernos y un leve descenso en el uso de los tradicionales.

Objetivo 6: Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades

La obtención de grandes logros en materia de combate de VIH/SIDA es todavía una asignatura pendiente. Aunque el VIH/SIDA no se esté reduciendo, al menos se ha desacelerado su ritmo de crecimiento. Después de haber mantenido un crecimiento pronunciado entre 1985 y 1998, el SIDA ha mostrado una tendencia hacia la desaceleración en el periodo comprendido entre 1999 y 2005, como producto de los esfuerzos que se realizan para controlar y reducir la epidemia.

Los logros han sido sustantivos en el caso de la malaria. La tasa de prevalencia de la malaria pasó de 1.131 casos por cada 100.000 habitantes en 1990, a 206 por cada 100.000 habitantes en 2005. Dicha tasa se redujo en un poco más de cinco veces. Esto se debe a la consistencia de las políticas de control de la malaria que se han mantenido desde el año 1992, en el cual se definieron los lineamientos de la Estrategia Mundial para el Control de la Malaria, que ha sido complementada por modificaciones posteriores orientadas a combatir esa enfermedad. Entre 1998 y 2004 no se ha registrado ninguna muerte por malaria dentro del país.

En tuberculosis, la tasa de prevalencia de esta enfermedad pasó de 77,7 por cada 10.000 habitantes en 1990 a 45,9 en 2005. También se ha producido una importante reducción en la tasa de muertes asociadas a la tuberculosis y la tasa de detección de la enfermedad ha sido fluctuante.

Aunque fluctuante, la tasa de prevalencia del dengue se ha reducido drásticamente al pasar de 507 casos por cada 100.000 habitantes en 1995, a 105 en 2006. En el último decenio se han producido muertes asociadas al mortal dengue hemorrágico, la mayor cantidad de ellas en el año 2002. Debemos señalar que el dengue hemorrágico solamente es letal en aquellos casos en que no es reconocido y tratado adecuadamente.

Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente

Existen dificultades estadísticas para dar seguimiento al cumplimiento de este objetivo, pero pueden anotarse los siguientes datos, algunos relacionados directamente con el proyecto:

- Aumento de la superficie protegida, al pasar de 0,7 millones de hectáreas en 1990 a 2,9 millones de hectáreas en 2005.

- Mejora de la cantidad de áreas protegidas que cuentan con un plan de manejo. Para 1990 ningún área contaba con dicho instrumento, mientras que para 2005 un total de 25 tenían su respectivo plan.

- Aumento de la población con acceso a energía eléctrica, de 47,7% en 1990 a 64,2% en 2005.

- Creación de la Secretaría de Estado en el Despacho de Ambiente (SEDA) como entidad responsable de la coordinación, protección, conservación, restauración y manejo sostenido de los recursos naturales. Adicionalmente en el año 1994 se creó el Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible (CONADES), instancia gubernamental encargada de dar seguimiento al cumplimiento de los compromisos de país relacionados con el desarrollo sustentable. Posteriormente se creó la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), para sustituir a la Secretaría del Ambiente (SEDA)

- Se han contraído compromisos en materia internacional a través de tratados, convenios y protocolos.

- La reforestación ha dependido básicamente de los programas y proyectos liderados por la AFE-COHDEFOR, la iniciativa privada y las municipalidades. En este contexto, hay que destacar la obligatoriedad de la industria forestal de presentar evidencia al Estado de plantar tres árboles por cada uno de los que han cortado. Es de mencionar el compromiso contraído por el gobierno central de asignar el 1% de los ingresos gubernamentales del periodo 2006-2009 para la reforestación y conservación del bosque.

- En el marco del Convenio de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), Honduras está comprometida al seguimiento periódico de los niveles de gases de efecto invernadero (GEI). Para tal fin se elaboró en 1995 el primer inventario de gases de efecto invernadero.

- En materia de acceso a fuentes sostenibles de agua mejorada, se presentó un incremento en el período de 1990 a 2004, pasando de 84% a un 87%. En saneamiento también se experimentaron mejoras, pasando de un 50% en 1990 a un 69% de los hondureños que contaban con acceso a saneamiento sostenible para 2004.

- En marzo de 2003 se promulgó la Ley del Sector de Agua Potable y Saneamiento, instrumento que estipula una nueva institucionalidad con separación de las funciones de planificación, operación y regulación de los servicios, a través del manejo descentralizado de las municipalidades y de las Juntas de Agua y otras organizaciones civiles. Está pendiente de aprobación la Ley de Aguas y la Ley Forestal, las cuales son de vital importancia para el adecuado funcionamiento del sector.

- Se ha duplicado el porcentaje de personas que han legalizado la situación de ilegalidad en el acceso a la posesión de un terreno para la construcción de la vivienda, pasando de un 1,1% en 1990 a 2,2% en 2005 de propiedades recuperadas y legalizadas, mientras que se ha reducido en 1,1 puntos porcentuales el porcentaje de tierras y viviendas sin legalización, las que pasaron de 2,8% a 1,7%.

Objetivo 8: Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

Este es un punto muy extenso que recoge varias metas. Por eso se comentarán algunos avances para hacernos una idea de la situación en este aspecto.

Uno de los logros más relevantes en este apartado es la apertura comercial en que se ha visto inmerso el país, resultante de la globalización y su incorporación al marco de la OMC y mecanismos de comercio bilaterales y regionales (TLCs). No obstante, esta apertura también ha significado un crecimiento deficitario del país respecto a sus socios comerciales.

Entre los ejemplos importantes de armonización y alineamiento entre la cooperación destaca el Programa Educación para Todos (EFA, por sus siglas en inglés). Este programa cuenta con el apoyo financiero de fuentes bilaterales (Canadá, Estados Unidos, Japón, Alemania, España y Suecia) en un fondo común y multilateral con el Banco Mundial.

En el caso de la salud, cabe mencionar el Programa Control del Mal de Chagas, con criterios similares a los de EFA, especialmente en lo que respecta a un plan operativo anual único y evaluaciones conjuntas.

En el caso hondureño, la representatividad de la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) es significativa. En cuanto a su tendencia temporal, la AOD se incrementó fuertemente durante la emergencia provocada por el huracán Mitch, cuando la comunidad internacional destinó significativos recursos como ayuda para emergencias y reconstrucción. Sin embargo, el flujo de ayuda al desarrollo muestra un comportamiento irregular con decrecimientos en algunos años, que parecen estar asociados a los años de elecciones y de cambio de administración pública del Estado Hondureño.

El Consenso de Monterrey 2002, la Declaración de Roma sobre la Armonización y Coordinación de la Cooperación Internacional 2003, y la Mesa Redonda de Marrakech 2004, enfatizan la necesidad de realizar mayores esfuerzos de coordinación y armonización de la AOD en muchos países en desarrollo, incluyendo Honduras.

ANEXO IV: Entrevistas realizadas

A continuación exponemos un resumen de la información recopilada en las encuestas realizadas durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2008.

Pobladores de la zona rural de la reserva entrevistados:

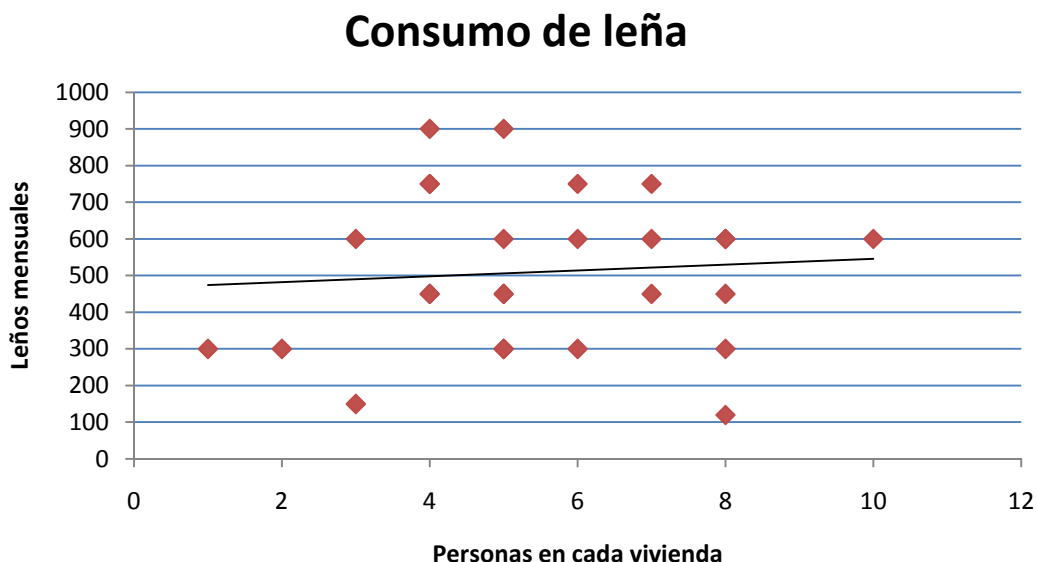
Nº entrevista	Nombre	Comunidad
1	Alba cortés	Las Juntas
2	Rosa Marina Hernández	Las Juntas
3	Santos Lainez	Las Juntas
4	José Beltrán Gómez	Las Juntas
5	Elías Reyes	Tomalá
6	Maria Elena Díaz	Tomalá
7	Manuel Mendoza	Tomalá
8	Jorge Castellón	Tomalá
9	Melva Reyes	Naranjito
10	Alejandro Reyes	Naranjito
11	María Ventura	Naranjito
12	Cástulo Reyes	Naranjito
13	Telma Reyes	Naranjito
10	Eliberto Reyes	Naranjito
11	Alexis Reyes	Naranjito
14	Mª Carmen Angelino	Guadalupe de Bañaderos
15	Mirna Regalado	Guadalupe de Bañaderos
16	Marta Doris Regalado	Guadalupe de Bañaderos
17	Vilma Regalado	Guadalupe de Bañaderos
18	Oscar Mejía y Braulia Reyes	Guadalupe de Bañaderos
19	Mª Carmen Pineda	Guadalupe de Bañaderos
20	Norma Yolanda Ochoa	Guadalupe de Bañaderos
21	José Nelson Chica	Guadalupe de Bañaderos
22	Leonardo y Carlos Alvarenga	Buenos Aires
23	Miguel Angel Mejía Vázquez	Buenos Aires
24	Denis Saavedra	Buenos Aires
25	Gladis Bueso	Buenos Aires
26	Sonia Mendez	Santa Teresa
27	Susana Hernández	La Laguna
28	Juan José Gómez	La Laguna
29	Carlos Avalo	La Laguna

La siguiente tabla muestra las especies maderables más usadas por los pobladores de la Zona de Reserva del Merendón. Los números que figuran en la tabla indica el número de entrevistados que mencionaron determinada especie maderable en cada uso específico.

Nombre común	Nombre científico	Leña	Tutores, linderos y sombra	Construcción y mobiliario
Guamo (3sp)	<i>Inga sp.</i>	19	2	
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	7	2	2
Roble	<i>Quercus skinneri</i>	6	1	
Sirín	<i>Coostegia sp.</i>	5	1	
Naranja de montaña	<i>Terminalia sp.</i>	4	1	1
Laurel	<i>Cordia sp.</i>	3		7
Pino	<i>Pinus sp.</i>	3		6
Tambor - chilillo	<i>Scizolobium parahybum</i>	3		2
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3		
Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	3	5	
manchamancha	<i>Especie 35</i>	3		
Colepava	<i>Cupania sp.</i>	2		2
Cute – cuturo	<i>Especie 36</i>	2		
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1		7
Aguacatillo	<i>Persea americana</i>	1		2
Canelo	<i>Ocotea caniculata</i>	1	1	2
Yaro	<i>Especie 37</i>	1		1
Guayabo	<i>Terminalia oblonga</i>	1		
Quebracho	<i>Lysiloma sp.</i>	1		
Carbón	<i>Guarea glabra</i>	1		
Zapotillo	<i>Manilkara zapota</i>	1		
Tamarindo	<i>Macrlobium hartshornii</i>	1		
Guaruma	<i>Cecropi peltata</i>	1		
Rosita	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1		
Pimienillo	<i>Myrcia splendens</i>	1		
Colechancho	<i>Cojoba arborea</i>	1		
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1		
Guanacaste blanco	<i>Albizia niopoides</i>	1		
Manzano	<i>Bellucia axinanhera</i>	1		
Copachillo	<i>Especie 38</i>	1		
Chirmo	<i>Especie 39</i>	1		
Caoba	<i>Swietenia macophylla</i>			4
Coloradito	<i>Gordonia brandegeei</i>		1	3
Tontolo	<i>Mauria sessiflora</i>			2

Nombre común	Nombre científico	Leña	Tutores, linderos y sombra	Construcción y mobiliario
San juan	<i>Vochysia sp.</i>			1
Aceituna	<i>Simarouba sp.</i>			1
Amarillo	<i>Especie 40</i>		1	1
Orcón	<i>Especie 41</i>			1
Pito	<i>Erythrina berteroana</i>		1	
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>		1	
Bambu	<i>Arundinaria sp., Guadua sp., Chusquea sp.</i>	1		

Además de las especies empleadas para leña, en la entrevista se ha preguntado por la cantidad de leña consumida por vivienda. Se ha analizado relacionado dicho consumo con el número de personas que habita en cada vivienda, obteniendo los siguientes resultados:



Podemos comprobar que el consumo de leña por vivienda no guarda una fuerte correlación con el número de habitantes por vivienda. El consumo medio resultante es de 510 leños mensuales por vivienda, lo que equivale a 10,2 cargas de leña mensuales por familia (una carga contiene 50 leños aproximadamente).

Estos resultados se aproximan considerablemente a los obtenidos en las encuestas realizadas por Aguas de San Pedro en 2008, en las cuales se obtiene un promedio de 13,2 cargas de leña mensuales por familia.

ANEXO V: Imágenes satelitales CEVS 2001

Para la elaboración del mapa de usos de suelo de 2001 de la Zona de Reserva del Merendón, Aguas de San Pedro utilizó un total de siete imágenes satelitales CEVS producidas por GeoEye cuyas características y coordenadas geográficas exponemos a continuación:

File : N15W088D2.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 365843.518984, 1714020.328955
 Lower Right : 379343.518984, 1700095.328955
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.250749 deg lon, 15.499996 deg lat
 Upper Right : -88.124906 deg lon, 15.500672 deg lat
 Lower Right : -88.124228 deg lon, 15.374802 deg lat
 Lower Left : -88.249995 deg lon, 15.374132 deg lat
 Image Size : 2701 samples, 2786 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W088E2.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 365923.840724, 1727849.413184
 Lower Right : 379423.840724, 1713924.413184
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.250755 deg lon, 15.624996 deg lat
 Upper Right : -88.124836 deg lon, 15.625677 deg lat
 Lower Right : -88.124152 deg lon, 15.499809 deg lat
 Lower Left : -88.249995 deg lon, 15.499133 deg lat
 Image Size : 2701 samples, 2786 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W087E8.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 392741.716206, 1727707.654111
 Lower Right : 406216.716206, 1713807.654111
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.000604 deg lon, 15.624997 deg lat
 Upper Right : -87.874908 deg lon, 15.625534 deg lat
 Lower Right : -87.874377 deg lon, 15.499882 deg lat
 Lower Left : -87.999997 deg lon, 15.499350 deg lat
 Image Size : 2696 samples, 2781 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W088D3.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 352425.743555, 1714102.434668
 Lower Right : 365925.743555, 1700177.434668
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.375824 deg lon, 15.499995 deg lat
 Upper Right : -88.249987 deg lon, 15.500742 deg lat
 Lower Right : -88.249233 deg lon, 15.374878 deg lat
 Lower Left : -88.374994 deg lon, 15.374137 deg lat
 Image Size : 2701 samples, 2786 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W088E3.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 352514.104281, 1727932.114610
 Lower Right : 366014.104281, 1714007.114610
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.375831 deg lon, 15.624995 deg lat
 Upper Right : -88.249918 deg lon, 15.625748 deg lat
 Lower Right : -88.249158 deg lon, 15.499885 deg lat
 Lower Left : -88.374994 deg lon, 15.499138 deg lat
 Image Size : 2701 samples, 2786 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W088D1.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 379260.741804, 1713946.048285
 Lower Right : 392760.741804, 1700046.048285
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.125674 deg lon, 15.499997 deg lat
 Upper Right : -87.999826 deg lon, 15.500602 deg lat
 Lower Right : -87.999224 deg lon, 15.374953 deg lat
 Lower Left : -88.124997 deg lon, 15.374353 deg lat
 Image Size : 2701 samples, 2781 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

File : N15W088E1.tif
 Projection : UTM zone 16
 Datum : WGS84
 Ellipsoid : WGS84
 GSD : 5.000000000000000 Meters
 Upper Left : 379333.026328, 1727774.593566
 Lower Right : 392808.026328, 1713874.593566
 Coordinates refer to the center of the pixel
 Geographic coordinates for corners
 Upper Left : -88.125680 deg lon, 15.624997 deg lat
 Upper Right : -87.999988 deg lon, 15.625605 deg lat
 Lower Right : -87.999382 deg lon, 15.499958 deg lat
 Lower Left : -88.124997 deg lon, 15.499354 deg lat
 Image Size : 2696 samples, 2781 lines, 3 bands
 Produced by : GeoEye
 Bits : 8

ANEXO VI: Georreferenciación

A continuación, mostramos las coordenadas geográficas, en el sistema de proyección Universal Transversal Mercator (UTM), Datum World Geodetic System 1984 (WGS84) y huso 16 Norte, de los puntos de control elegidos para la georreferenciación de cada una de las imágenes satelitales empleadas para la elaboración del mapa de usos de suelo de 2009.

Se muestran los datos tal y como aparecen en “Link Table” del programa ArcGIS 9.2.

Puntos de control de la imagen satelital A1

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	3519.496128	-187.300619	390218.031650	1705972.930219
2	947.773099	-820.599557	389072.207913	1711466.930057
3	278.858966	-447.846601	389952.674475	1712899.787008
4	1612.089769	-2532.523896	385413.164657	1710115.225965
5	4268.401123	-3064.155226	384079.656213	1704599.520319
6	352.825647	-1340.684600	388031.917956	1712746.496379
7	1044.042467	-2699.013139	385094.844441	1711348.577221

Puntos de control de la imagen satelital A2

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	4158.842000	-1740.578760	388432.966488	1715998.581242
2	4504.358333	-719.261187	389249.426165	1718357.340693
3	4466.339030	-2785.376642	389126.070134	1713553.383777
4	4312.374904	-2306.903304	388745.056028	1714687.669032
5	2930.148886	-932.539868	385531.947578	1717854.954058
6	2426.511450	-2727.137336	384375.459991	1713754.778769
7	2412.895353	-617.605231	384300.798241	1718575.041307

Puntos de control de la imagen satelital A3

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	605.559301	-565.319349	379841.737768	1725801.247675
2	940.128814	-889.086112	380633.016339	1725093.409450
3	357.905376	-2736.596314	379343.483713	1720983.158172
4	3870.298560	-1177.711326	387234.627494	1724457.484199
5	4558.485180	-2539.903272	388840.834305	1721328.046517
6	3325.191924	-1097.509876	385959.197645	1724641.438498
7	1671.304380	-880.792324	382287.266745	1725119.617202

Puntos de control de la imagen satelital B

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	2541.031623	-3598.095886	392903.332952	1721221.071756
2	2230.690775	-3597.071659	392415.289838	1721234.780832
3	1844.705890	-3838.213532	391832.568416	1720862.665094
4	4795.660513	-374.344725	396259.813158	1726212.158191
5	1279.184963	-2670.991066	390972.098962	1722707.629365
6	1323.984514	-2334.929692	391040.339697	1723195.063187
7	913.840542	-1301.879304	390433.976465	1724803.471037

Puntos de control de la imagen satelital C1

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	1719.121584	-2159.557758	378148.584571	1709223.791006
2	677.221143	-3199.879858	376148.779243	1707219.489108
3	4497.585137	-2832.490390	383316.082984	1708015.300950
4	4404.516663	-418.889483	382901.380442	1712250.310189
5	1176.460149	-731.557211	377237.076318	1711807.593828
6	369.953696	-3075.695691	375457.277855	1707437.194570
7	4045.411987	-27.813334	382193.896941	1712964.994406

Puntos de control de la imagen satelital C2

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	1785.181674	-454.937751	378252.058120	1707126.060589
2	3990.336321	-2116.140114	382492.792331	1703938.173553
3	365.183977	-2571.468307	375445.256644	1703078.531820
4	1994.882462	-2428.522046	378656.886538	1703357.980070
5	4110.612023	-537.293026	382736.353306	1706938.296117
6	110.932045	-510.437061	374968.501937	1707050.449261
7	2469.130396	-1060.632759	379533.642587	1705980.286730

Puntos de control de la imagen satelital C3

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	4171.174470	-2589.303442	374221.017178	1702438.657429
2	1903.493971	-1825.243290	369917.757115	1703914.890045
3	4796.114519	-2252.482375	375429.461070	1703122.964234
4	617.539140	-736.148837	367465.203238	1705947.146553
5	4470.572823	-1022.704103	374762.219094	1705460.388062
6	1171.274607	-2826.024758	368539.205889	1701954.193907
7	2471.717029	-1199.234112	371022.531929	1705109.531605

Puntos de control de la imagen satelital C4

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	4751.388977	-10.739398	375149.198577	1713179.305624
2	11.111835	-6.966163	366355.008521	1713207.726050
3	1939.874862	-3258.224253	369915.981664	1707417.943416
4	388.792559	-2436.329523	367084.722541	1708892.423473
5	212.886479	-286.752355	366727.112137	1712776.858265
6	3790.263631	-2735.817718	373394.080330	1708296.359887
7	4616.355301	-2414.469676	374958.695214	1708836.008082

Puntos de control de la imagen satelital D

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map
1	3003.504483	-1072.041273	375717.598420	1719772.226609
2	3258.552839	-2999.468593	376625.426568	1713025.117907
3	1797.003232	-2079.668312	371665.229117	1716256.706079
4	3762.131790	-1181.368210	378289.540888	1719318.634800
5	3379.360922	-2690.788410	377065.729006	1714120.240562
6	2398.909680	-545.831591	373655.230464	1721633.001401
7	2906.819157	-1632.263253	375442.894756	1717778.588171

ANEXO VII: Estudio de suelos

A continuación se describe cada una de las series de suelo de la Zona de Reserva del Merendón. Se detallan los perfiles representativos y los resultados de los análisis físico-químicos de cada una de las series de suelos de la reserva.

DIMA (1994b) ha proporcionado esta información para el cálculo del factor de erosionabilidad del suelo K .

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE TOMALÁ (Ta)

Perfil:	Número 28
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	06/05/1994
Altura:	700 m.
Profundidad efectiva:	> 100 cm.
Apreciación textural:	mediana
Limitante prof. Efectiva:	
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	60%
Erosión:	leve
Erodabilidad:	alta
Material parental:	gneis
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	abundante
Rocosidad:	poca

cm.	descripción
0-27	Color pardo muy oscuro (10 yr 2/2); en húmedo, textura franca; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; abundante presencia de macroorganismos; raicillas frecuentes, finas; límite gradual ondulado.
A	
27-70	Color pardo oscuro (10 yr 4/3); en húmedo, textura franco arcilloso arenoso; estructura bloque sub-angular mediano, fino, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas pocas, finas; límite difuso ondulado.
AB	
70-95	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 4/4); en húmedo, textura franco arcilloso; estructura bloque sub-angular mediano, débil; consistencia friable en húmedo, adherente y plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas pocas, finas; límite gradual ondulado.
B1	
95-120	Color rojo amarillento (5 yr 4/3); en húmedo, textura franco arcilloso; estructura bloque angular, débil, fino; consistencia firme en húmedo, adherente y plástico en mojado; no se encontró presencia de macroorganismos.
B12	

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
A	0-27	50.4	30.0	19.6	Fa	5.5	5.60	14.40
AB	27-70	57.2	18.0	24.8	Faa	4.3	1.05	7.36
B1	70-95	39.2	31.2	29.6	FA	4.5	0.83	7.36
B12	95-100	28.8	35.6	35.6	FA	4.4	0.74	7.98

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
16.8	12.8	3.53	0.71	0.5	17.7	> 100	0.0	0.1	0.1
14.8	15.7	1.14	0.82	0.37	18.4	>100	0.1	0.1	0.2
17.6	15.9	1.89	0.63	0.38	19.2	>100	0.2	0.0	0.2
22.4	16.8	1.56	0.6	0.46	19.8	86	0.2	0.0	0.2

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.19	5.1	2.16	1.3	
0.09	5.8	1.82		
0.08	5.4	0.66		
0.08	7.8	1.40		

Donde: CIC = cationes intercambiables, B.T. = bases totales, S.B. = saturación de bases

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE LA CORONILLA (Lc)

Perfil:	Número 25
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	04/05/1994
Altura:	800 m.
Profundidad efectiva:	70 cm.
Apreciación textural:	muy liviana-liviana
Limitante prof. Efectiva:	horizonte C
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	70%
Erosión:	leve
Erodabilidad:	alta
Material parental:	granito
Drenaje natural:	algo excesivo
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	
Rocosidad:	

cm.	descripción
0-25	Color pardo grisáceo muy oscuro (10 yr 3/2); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado; abundante presencia de macroorganismos; raicillas abundantes, finas y medias; límite claro ondulado.
A	
25-70	Color pardo muy pálido (10 yr 7/3); en húmedo, textura arenoso franca; sin estructura (grano simple); consistencia suelto en húmedo, no adherente y no plástico en mojado; raicillas frecuentes, finas.
C	

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
A	0-25	50.4	30.0	19.6	F	4.0	10.40	10.10
C	25-70	74.4	22.0	3.6	aF	3.5	0.57	7.36

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
24.00	6.50	1.34	0.59	0.56	9.79	40.79	0.80	0.00	0.8
8.00	1.50	0.20	0.55	0.27	3.72	46.50	0.90	0.30	1.2

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.16	2.8	0.85	1.0	
0.03	1.2	0.31		

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE LA LIBERTAD (Li)

Perfil:	Número 11
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	19/04/1994
Altura:	1500m.
Profundidad efectiva:	80cm.
Apreciación textural:	liviana
Limitante prof. Efectiva:	roca
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	50-60%
Erosión:	moderada
Erodabilidad:	alta
Material parental:	gneis
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	abundante
Rocosisidad:	abundante

cm.	descripción
0-10	Color pardo muy oscuro (10 yr 3/3); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia muy friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas abundantes, finas; límite claro ondulado.
Ap	
10-40	Color pardo grisáceo muy oscuro (10 yr 3/2); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas abundantes, finas; límite difuso ondulado.
A	
40-80	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 3/4); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; raicillas frecuentes, finas, medianas, pocas.

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
Ap	0-10	63.2	27.2	7.6	Fa	3.9	6.06	27.60
A	10-40	61.2	31.2	7.6	Fa	4.0	7.81	18.90
C	40-80	71.2	23.2	5.6	Fa	3.9	5.87	15.30

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
11.2	4	0.9	0.37	0.13	7	62.3	0.5	0.3	0.8
15.6	4.2	1.02	0.82	0.36	8.4	53.8	0.8	0.2	1.0
7.2	1.3	0.24	0.95	0.38	4.67	65	0.7	0.2	0.9

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.07	2.9	0.94	1.14	
0.03	2.8	0.85		
0.04	1.9	0.39		

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE GALLITO (Ga)

Perfil:	Número 9
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	19/04/1994
Altura:	1400 m.
Profundidad efectiva:	95cm.
Apreciación textural:	mediana
Limitante prof. Efectiva:	
Relieve:	quebrado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	40-50%
Erosión:	no se observó
Erodabilidad:	alta
Material parental:	gneis
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	
Rocosis:	

cm.	descripción
0-2 Oi	Color pardo muy oscuro, corresponde a material vegetal no descompuesto (raicillas, hojas, tallos).
2-18 A	Color pardo oscuro (7.5 yr 3/4); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, no adherente y ligeramente plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas abundantes, finas y pocas, medianas; límite gradual ondulado.
18-31 A	Color pardo fuerte (7.5 yr 4/6); en húmedo, textura franco arenosa; estructura bloque subangular fino, débil y granular; consistencia friable en húmedo, no adherente y ligeramente plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas abundantes, finas y pocas, medianas; límite gradual ondulado.
31-83 AB	Color pardo fuerte (7.5 yr 5/6); en húmedo, textura franco arcillosa; estructura bloque subangular mediano, fina, débil; consistencia friable en húmedo, adherente y plástico en mojado; raicillas frecuentes, finas; límite claro ondulado.
83-95+ B	Color rojo amarillento (5 yr 4/6); en húmedo, textura franco arcillosa; estructura bloque subangular mediana, moderado; consistencia ligeramente firme en húmedo, adherente y plástico en mojado; presencia de raicillas muy pocas, finas.

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla				
Oi	0-2	humus						
A1	2-18	71.8	8.6	19.6	Fa	3.1	8.71	13.70
A2	18-31	61.2	27.2	11.6	Fa	3.4	8.26	8.07
AB	31-83	42.2	25.2	27.2	Fa	3.6	1.63	7.20
B	83-95	36.4	32.0	31.6	Fa	3.3	0.56	6.50

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
12.9	1.20	0.22	0.76	0.42	2.8	21.7	0.0	0.1	0.1
9.6	1.00	0.28	0.80	0.37	3.02	32.2	1.3	0.0	1.3
26.3	1.10	0.32	0.77	0.31	6.3	22.76	1.3	0.8	2.5
10.2	1.00	0.23	0.45	0.08	3.36	52.54	1.5	0.3	1.8

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.02	1.9	0.56	1.16	
0.04	1.7	0.38		
0.01	1.9	0.36		
0.02	1.8	0.39		

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE CUSUCO (Cu)

Perfil:	Número 21
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	28/04/1994
Altura:	500 m.
Profundidad efectiva:	120cm.
Apreciación textural:	mediana
Limitante prof. Efectiva:	
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	60-80%
Erosión:	no se observó
Erodabilidad:	alta
Material parental:	
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	
Rocosidad:	

cm.	descripción
0-13 Oi	Material vegetal no descompuesto, de color oscuro (raíces, hojas, tallos).
13-40 A	Color pardo muy oscuro (10 yr 2/2); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; abundante presencia de macroorganismos; raíces abundantes, finas; límite abrupto ondulado.
40-60 A	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 3/4); en húmedo, textura franco arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado; abundante presencia de macroorganismos; raíces abundantes, finas; límite difuso ondulado.
60-95 AB	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 4/6); en húmedo, textura franco arcillosa; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, ligeramente adherente y plástico en mojado; presencia de raíces frecuentes, finas; límite difuso ondulado.
95-120 Ba	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 4/6); en húmedo, textura franco arcillosa; estructura bloque subangular mediana, débil; presencia de raíces frecuentes, finas y pocas gruesas.

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
Oi	0-13	humus						
A1	13-40	76.4	13.0	10.6	Fa	3.1	17.00	23.60
A2	40-60	59.4	22.0	18.6	Fa	3.4	11.90	8.76
AB	60-95	43.6	16.8	39.6	Fa	3.3	3.10	7.20
Ba	95-120	40.4	21.0	38.6	Fa	3.2	2.66	7.20

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
37.2	0.70	0.2	0.52	0.37	5.39	14.46	1.7	0.1	1.8
25	0.70	0.14	0.50	0.4	3.94	13.76	0.7	0.3	1.0
22	0.70	0.13	0.56	0.47	7.46	33.9	2.7	0.1	2.8
21.6	0.60	0.18	0.54	0.32	10.6	49.25	3.7	0.3	4.0

meq/100ml. Suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.21	3.8	2.04		
0.07	2.6	0.47		
0.09	2.5	0.39		
0.11	2.5	0.39		

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE RÍO PIEDRAS (Rp)

Perfil:	Número 4
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	14/04/1994
Localización:	386,3/1713,7 .
Profundidad efectiva:	> 100 cm.
Apreciación textural:	mediana
Limitante prof. Efectiva:	
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	50%
Erosión:	no se observó
Erodabilidad:	alta
Uso actual	forestal
Material parental:	gneis
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	escasa
Rociedad:	

cm.	descripción
0-25	Color pardo muy oscuro (10 yr 3/2); en húmedo, textura franco arenoso; estructura bloque sub-angular, fino, débil, consistencia friable en húmedo, no adherente y ligeramente plástico en mojado; escasa presencia de macroorganismos; raicillas frecuentes finas y gruesas; límite claro ondulado.
A	
25-80	Color pardo amarillento oscuro (10 yr 4/4); en húmedo, textura franco arenoso; estructura bloque sub-angular y angular fina, mediana moderada; consistencia friable en húmedo, no adherente no plástico en mojado presencia de raíces, pocas, finas.
AC	

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE CERRO AZUL (Ca)

Perfil:	Número 27
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	06/05/1994
Localización	385,4/1706,3
Altura:	300 m.
Profundidad efectiva:	60 cm.
Apreciación textural:	liviana
Limitante prof. Efectiva:	roca
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	cerro
Pendiente:	80%
Erosión:	fuerte
Erodabilidad:	alta
Uso actual	potrero
Material parental:	gneis
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	abundante
Rocosis:	abundante

cm.	descripción
0-15	Color pardo (10 yr 5/3); textura franco arenoso; estructura granular fina, débil; consistencia friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; presencia de macroorganismos frecuentes; raíces frecuentes, finas y pocas gruesas; límite claro ondulado.
A	
16-60	Color pardo oscuro (10 yr 4/3); en húmedo, textura franco arenoso; estructura granular, fina, débil; consistencia friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; no hay presencia de macroorganismos; raíces frecuentes, finas, pocas medianas.
Ac	
60+roca	

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
A	0-15	71.2	10	16.6	Fa	5.1	5.61	24.0
AC	15-60	69.2	16	12.8	Fa	4.9	2.55	19.0

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
24.0	13.2	4.02	0.52	0.49	18.4	76.79	0.0	0.1	0.1
8.4	10.2	3.16	0.64	0.41	14.6	>100	0.0	0.1	0.1

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.19	4.3	2.17	1.17	
0.12	5.5	2.50		

PERFIL REPRESENTATIVO Y RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA SERIE COLORADO (Col)

Perfil:	Número 20
Descrito por:	Jeremías Martínez
Fecha:	27/04/1994
Altura:	740 m.
Profundidad efectiva:	60 cm.
Apreciación textural:	liviana
Limitante prof. Efectiva:	material parental
Relieve:	escarpado
Fisiografía:	montañosa
Pendiente:	60%
Erosión:	moderada
Erodabilidad:	alta
Uso actual	potrero
Material parental:	
Drenaje natural:	bueno
Inundabilidad:	
Pedregosidad superficial:	escasa
Rociedad:	no hay

cm.	descripción
0-20	Color negro (10 yr 2/1); en húmedo, textura franca arenosa; estructura granular fina, débil; consistencia muy friable en húmedo, no adherente, no plástico en mojado; presencia de macroorganismos frecuente; raicillas abundantes, finas; límite difuso ondulado.
A	
20-60	Color gris muy oscuro (10 yr 3/1); en húmedo, textura franco arenoso; estructura granular, mediana y fina; macroorganismos escasos; raicillas abundantes, finas.
AC	

Horizonte		Granulometría (%)			Textura	Reacción pH	Materia orgánica (%)	P (ppm.)
Símbolo	Profundidad (cm.)	Arena	Limo	Arcilla				
A	0-20	62.4	20	17.6	Fa	5.0	12.2	13.3
AC	20-60	62.4	20	17.6	Fa	4.2	2.5	6.07

meq/100 g. suelo						% S.B.	meq/100 g. suelo		
CIC	Ca	Mg	Na	K	B.T.		Al	H	Acid. extrac.
20.0	12.5	7.76	0.61	1.19	22.3	>100	0.0	0.1	0.1
8.8	3.3	1.07	0.62	0.53	5.92	67.27	0.1	0.1	0.2

meq/100ml. suelo			Densidad aparente (g/cm ³)	Infiltración (cm/s)
K	Ca	Mg		
0.45	8.7	6.3	1.02	
0.25	4.5	2.34		

ANEXO VIII: Recuperación de la cubierta arbórea en cultivos abandonados

Analizamos la información obtenida en la medición de distintas variables dasométricas de un área que ha recuperado su cubierta arbórea de hoja ancha tras diez años de abandono de las actividades agrícolas.

Las mediciones fueron hechas con el objetivo inicial de la realización de un inventario forestal que finalmente no pudo llevarse a cabo. Por lo tanto, se ha seguido la normativa vigente hondureña para la realización de inventarios forestales en bosques latifoliados.

Según dicha normativa, se establece una parcela de 1.000 m² (50 m × 20 m) en la que seleccionamos todos los árboles que superan los 50 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Se identifica la especie de cada pie, se mide el DAP y altura, se clasifica la calidad de la mejor troza en el fuste (según Hutchinson), y se anotan las observaciones pertinentes.

Dentro de esta parcela, se establece una subparcela de 200 m² (20 m × 10 m) en la cual seleccionamos aquellos árboles cuyo DAP sea superior a 10 cm (y lógicamente inferior a 50 cm). Se identifica la especie de cada pie, se mide el DAP de cada árbol y la altura de al menos cinco de ellos. Por último se clasifica cada árbol según su iluminación de copa (según Dawkins), su forma de la copa (según Synnott) y su grado de infestación de lianas (según Lowe). Debido al cambio producido en el objeto de estudio del presente PFC, no vamos a incluir los resultados de estas tres últimas clasificaciones.

Por último, se establece otra subparcela de regeneración dentro de la anterior de 20 m² (20 m × 1 m) en la que seleccionamos todos los pies que superan 1,3 m de altura. Identificamos la especie de cada pie, y medimos su altura.

Estos son los resultados obtenidos:

Información de la parcela:

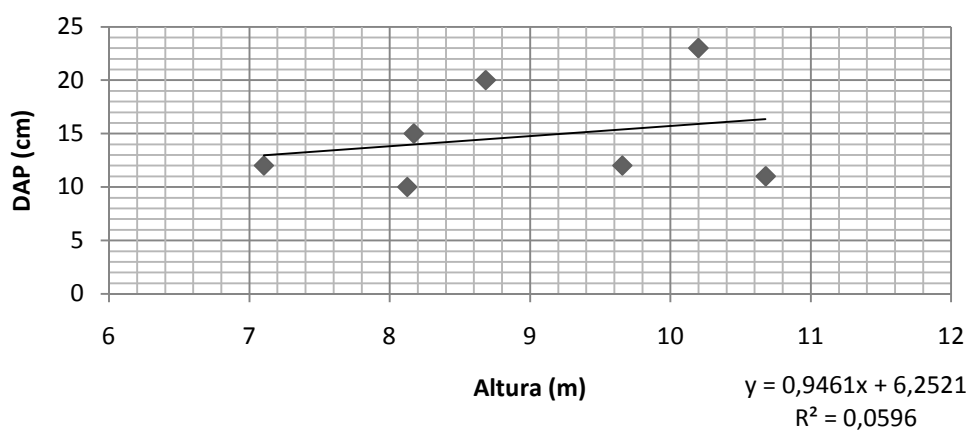
- Coordenada X (Proyección UTM, Datum WGS 84): 376200
- Coordenada Y: 1716500
- Fecha: 15/12/08
- Pendiente: 50%
- Metros sobre el nivel del mar: 972
- Orientación: NW
- Observaciones: Bosque joven regenerado. Hace 10 años cultivos. Próximo a una quebrada. Fracción de cabida cubierta aproximada 80%.

En la parcela de 1.000 m² no se encontró ningún pie con más de 50 cm de DAP.

En la parcela de 200 m² (pies de 10 a 50 cm de DAP) se encontraron los siguientes pies, de los cuales indicamos su especie, DAP y altura:

Especie	DAP (cm)	Altura (m)
<i>Conostegia sp.</i>	23	10,2
<i>Archornea latifolia</i>	20	8,7
<i>Myrcia splendens</i>	12	7,1
<i>Myrcia splendens</i>	15	8,2
<i>Archornea latifolia</i>	11	10,7
<i>Archornea latifolia</i>	10	8,1
<i>Myrcia splendens</i>	12	9,7
<i>Myrcia splendens</i>	13	
<i>Posoqueria sp.</i>	20	
<i>Archornea latifolia</i>	20	
<i>Conostegia sp.</i>	15	
<i>Myrcia splendens</i>	15	
<i>Conostegia sp.</i>	13	
<i>Archornea latifolia</i>	17	
<i>Archornea latifolia</i>	12	
<i>Conostegia sp.</i>	18	
<i>Archornea latifolia</i>	12	
<i>Archornea latifolia</i>	16	
<i>Archornea latifolia</i>	19	

El siguiente gráfico representa el DAP de cada pie en función de su altura



En la parcela de 20 m² (parcela de regeneración, pies > 1, 3 m altura) encontramos los siguientes pies, de los cuales indicamos su especie y altura:

Especie	Altura (m)
<i>Archornea latifolia</i>	2,5
<i>Clusia sp.</i>	2
<i>Persea americana</i>	3,5
<i>Persea americana</i>	3,5
<i>Persea americana</i>	5
<i>Cupania sp.</i>	1,8
<i>Cupania sp.</i>	1,8
<i>Especie 1</i>	4
<i>Especie 2</i>	4
<i>Persea americana</i>	7
<i>Posoqueria sp.</i>	5

Lógicamente, la medición de una única parcela no es representativa en el conjunto de toda la superficie existente de bosque latifoliado regenerado. Para obtener resultados representativos y aproximados a la realidad sería conveniente realizar un inventario forestal. No vamos a extendernos en este apartado ya que la información disponible es muy escasa. De todas maneras, podemos señalar algunas ideas aproximadas del crecimiento de un bosque joven, una cubierta arbórea recuperada tras el abandono de terrenos agrícolas hace 10 años:

- En una parcela de 0,2 hectáreas se han encontrado un total de 19 pies (equivalente a 95 pies/ha) con un DAP mayor a 10 cm pertenecientes a cuatro especies diferentes. En la subparcela de regeneración de 0,02 hectáreas se han encontrado 11 pies (550 pies/ha) que superan 1,3 m de altura y con un DAP menor a 10 cm, entre los cuales aparecen cinco especies nuevas. En total se han encontrado nueve especies diferentes.

- El crecimiento máximo en altura en diez años registrado es de 10,7 m, es decir, el crecimiento máximo aproximado es de un metro anual.

- El crecimiento máximo en diámetro registrado en 10 años es de 23 cm.

- El coeficiente de correlación entre las dos variables anteriores es muy bajo ($R^2=0,0596$), por lo que no se puede determinar con fiabilidad una variable en función de la otra.

- El área basimétrica aproximada es de 1,9 m²/ha, esto se debe a la ausencia de pies gruesos.

ANEXO IX: Especies maderables de Honduras

A continuación exponemos un listado de 73 maderas de valor comercial en Honduras cuyo valor aparece en una escala creciente desde uno (las menos valiosas) hasta cinco (las más valiosas)

La fuente de la siguiente tabla es trabajo personal de Santiago Vignote Peña, profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	VALOR
<i>Acosmium panamense</i>	Chichipate	1
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Goncalo Alves	4,5
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Goncalo-alvez	4,5
<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Ramon	1,5
<i>Brosimum utile</i> Pittier	Amapa doce	1,5
<i>Bursera simaruba</i> Sarg	Almacigo	2
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Santa maria	3
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	2,5
<i>Casearia praecox</i> Griseb.	Zapatero	1,5
<i>Cassia grandis</i>	Carao	1,5
<i>Cedrela angustifolia</i>	Cedro	4
<i>Cedrela balansai</i>	Cedro	4
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	4
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	4
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Achapo	2
<i>Ceiba samauma</i>	Lupuna	1,5
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pavon	Guariuba	2
<i>Cojoba arborea</i> Britt & Rose	Barba de jolote	2,5
<i>Copaifera officinalis</i> L.	Copaiba	2
<i>Cordia alliodora</i> Oken	Laurel	3,5
<i>Cordia dodecandra</i> D. C.	Canalete	3
<i>Cordia gerascanthus</i>	Canalete	3
<i>Cordia megalantha</i>	Freijo	4
<i>Cordia trichotoma</i> Arrab. ex Steudel	Afata	3,5
<i>Dalbergia cubiquiltzensis</i> Pitt.	Granadillo	5
<i>Dalbergia nigra</i> Fr. All.	Palisandro de Río	5
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	Palissandro cocobolo	5
<i>Dalbergia stevensonii</i> Standl	Palisandro de Honduras	5
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Morong & Britton	Tamboril	3,5
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Gris.	Tamboril	3,5
<i>Erblichia odorata</i>	Pino amarillo	2
<i>Genipa americana</i> L.	Genipa	3
<i>Gleditsia amorphoides</i> Taub.	Espina corona	1,5
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacan	5
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Fr. Allem.	Rosita	2
<i>Homalium racemosum</i>	Huesito	2
<i>Huerteia cubensis</i>	Cedrilla	2,5
<i>Hura crepitans</i> L.	Assacu	2
<i>Hymenaea</i> spp.	Jatobá	3
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke.	Angelim	2,5

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	VALOR
<i>Ilex tectonica</i>	San Juan Areño	3
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liquidambar	2,5
<i>Macrohasselia macrotheranta</i>	Huesito	2,5
<i>Magnolia yoroconte</i>	Redondo	4
<i>Manilkara bidentata</i> A.Chev.	Massaranduba	2,5
<i>Manilkara zapota</i>	Sapodilla	2
<i>Metopium brownei</i> Urb.	Chechen	2,5
<i>Micandra spruceana</i>	Higuerilla	2
<i>Mortoniendendrum anisophyllum</i>	Barrenillo	2
<i>Myroxylon balsamum</i> Harms Syn. <i>M. toluiferum</i> H.B.K.	Balsamo	5
<i>Ochroma lagopus</i> Sw. Syn. <i>O. pyramidalis</i> Urb.	Balsa	2,5
<i>Peltogyne purpurea</i>	Amaranto	5
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafisto	2
<i>Pinus caribaea</i> Morelet.	Pino del caribe	2
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede.	Pino del caribe	2,5
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Cachimbo	4,5
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	Granadillo	4,5
<i>Platymiscium pinnatum</i> Dugand	Macacauba	4,5
<i>Platymiscium pleiostachium</i>	Ñambar	4,5
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Caoba del Pacífico	4
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba de Honduras	4
<i>Symphonia globulifera</i> L.	Manil	2,5
<i>Tabebuia rosea</i> DC.	Apamate	3,5
<i>Talisia olivaeformis</i>	Palo copado	2,5
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Piojo	2
<i>Terminalia amazonia</i> Exell syn. <i>T. obovata</i>	Tilautaea	3,5
<i>Terminalia lucida</i>	Sura	3,5
<i>Virola koschnyi</i> Warb.	Virola	3
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	2,5
<i>Vochysia ferruginea</i>	Quaruba	2,5
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	Quaruba	2,5
<i>Vochysia hondurensis</i> Sprague	Quaruba	2,5
<i>Xanthophyllum belizense</i>	Lagarto	2

ANEXO X: Mapas

Se han representado los siguientes mapas georreferenciados y con mayor nivel de detalle en DIN–A3, por su importancia en el presente estudio:

- Mapa 1: Usos de suelo de la Zona de Reserva del Merendón de 2009,
- Mapa 2: Pérdida de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón,
- Mapa 3: Ganancia de superficie forestal en la Zona de Reserva del Merendón.

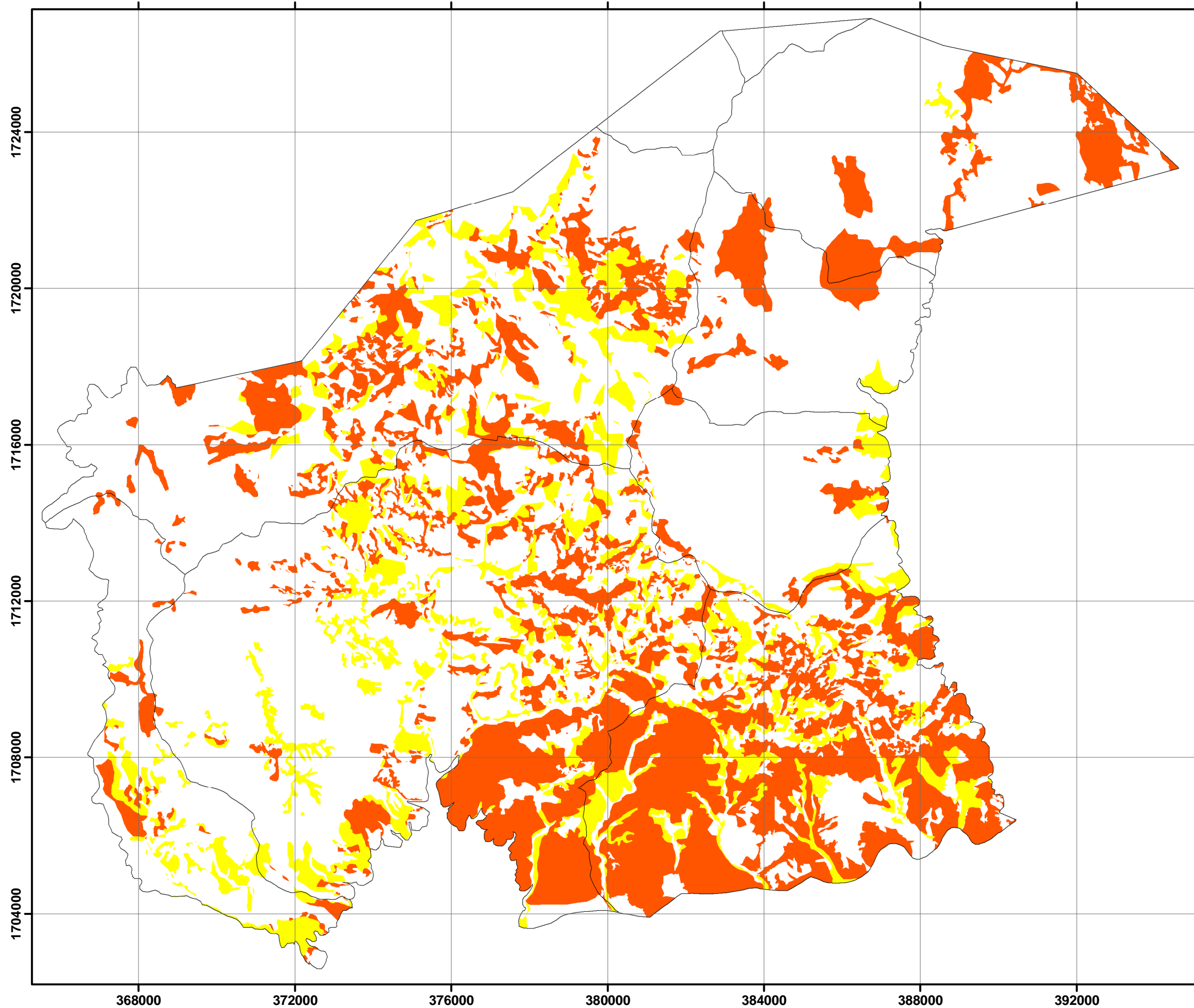
Dichos mapas también se incluyen en el CD adjunto, junto con los mapas de usos de suelo de 1992 y 2001; y con los mapas de ganancia y pérdida de superficie de cada uso de suelo en la Zona de Reserva del Merendón.

También se incluyen en el CD adjunto los mapas obtenidos para el cálculo de pérdidas de suelo, así como los mapas de pérdidas de suelo calculadas mediante RUSLE para cada uno de los años de estudio:

- Mapa de elevaciones,
- Mapa de pendientes,
- Mapa de flujo acumulado,
- Mapa del factor LS,
- Mapa del factor K,
- Mapa del factor C para cada uno de los años 1992, 2001 y 2009,
- Mapa de pérdidas de suelo de 1992,
- Mapa de pérdidas de suelo de 2001,
- Mapa de pérdidas de suelo de 2009,

Por último, también se incluye en el CD la base de datos de puntos de verdad de campo que utilizada en la elaboración del mapa de usos de suelo de 2009, así como los puntos de referencia registrados directamente con el GPS.

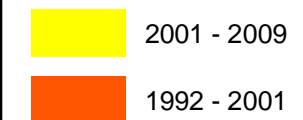
Mapa de pérdida de superficie forestal. Zona de Reserva del Merendón



ZONA DE RESERVA DEL
MERENDON,
DEPARTAMENTO DE CORTES,
HONDURAS

Pérdida superficie forestal

Periodo



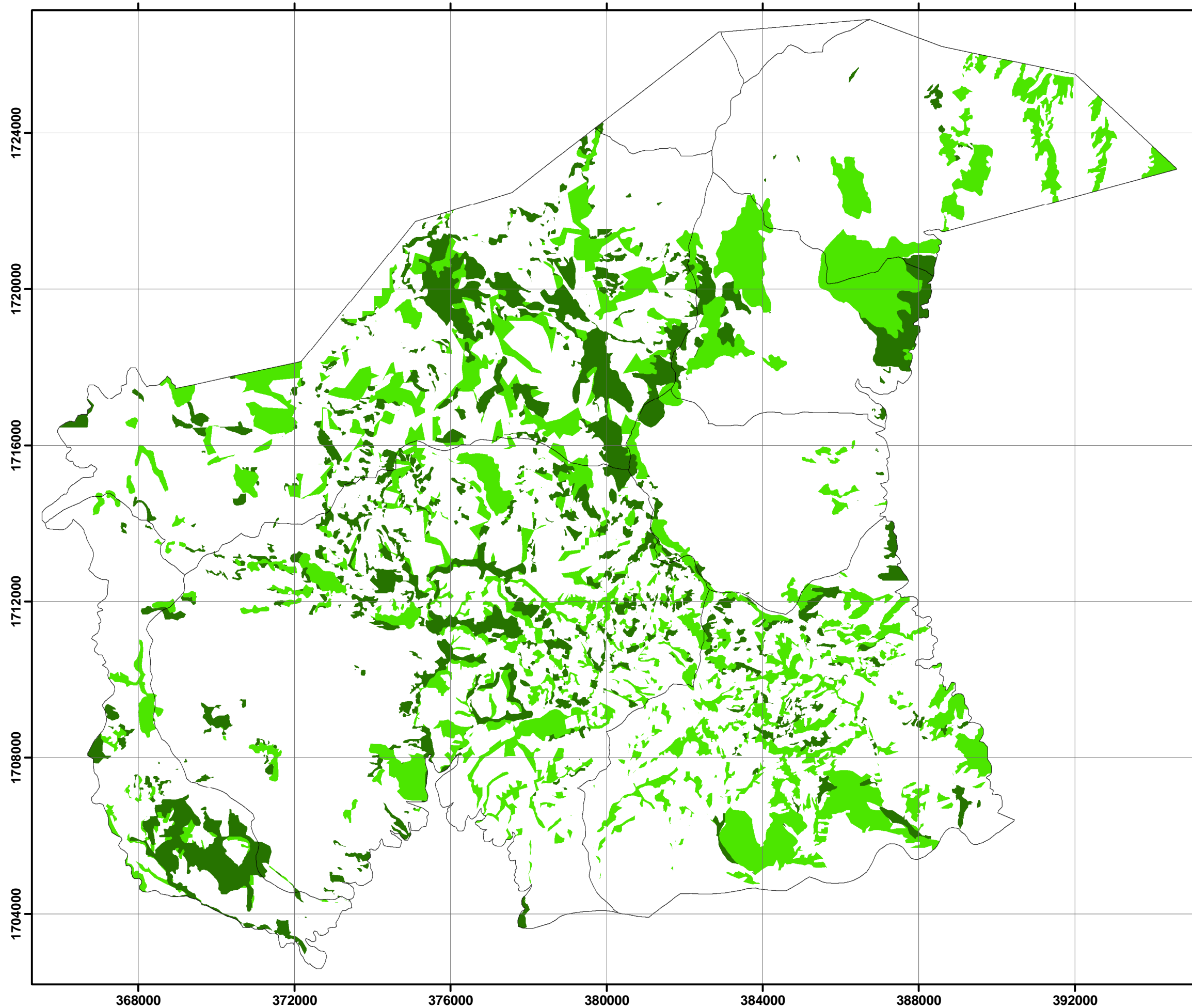
1:100.000

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes
Proyecto Fin de Carrera 2009
Roberto Luis Salomón Moreno

DESCRIPCION CARTOGRAFICA

Proyección: UTM
Datum: WGS 84
Zona: 16 N
Unidades de medida: Metros

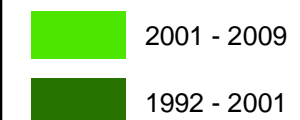
Mapa de ganancia de superficie forestal. Zona de Reserva del Merendón



ZONA DE RESERVA DEL
MERENDON,
DEPARTAMENTO DE CORTES,
HONDURAS

Ganancia superficie forestal

Periodo



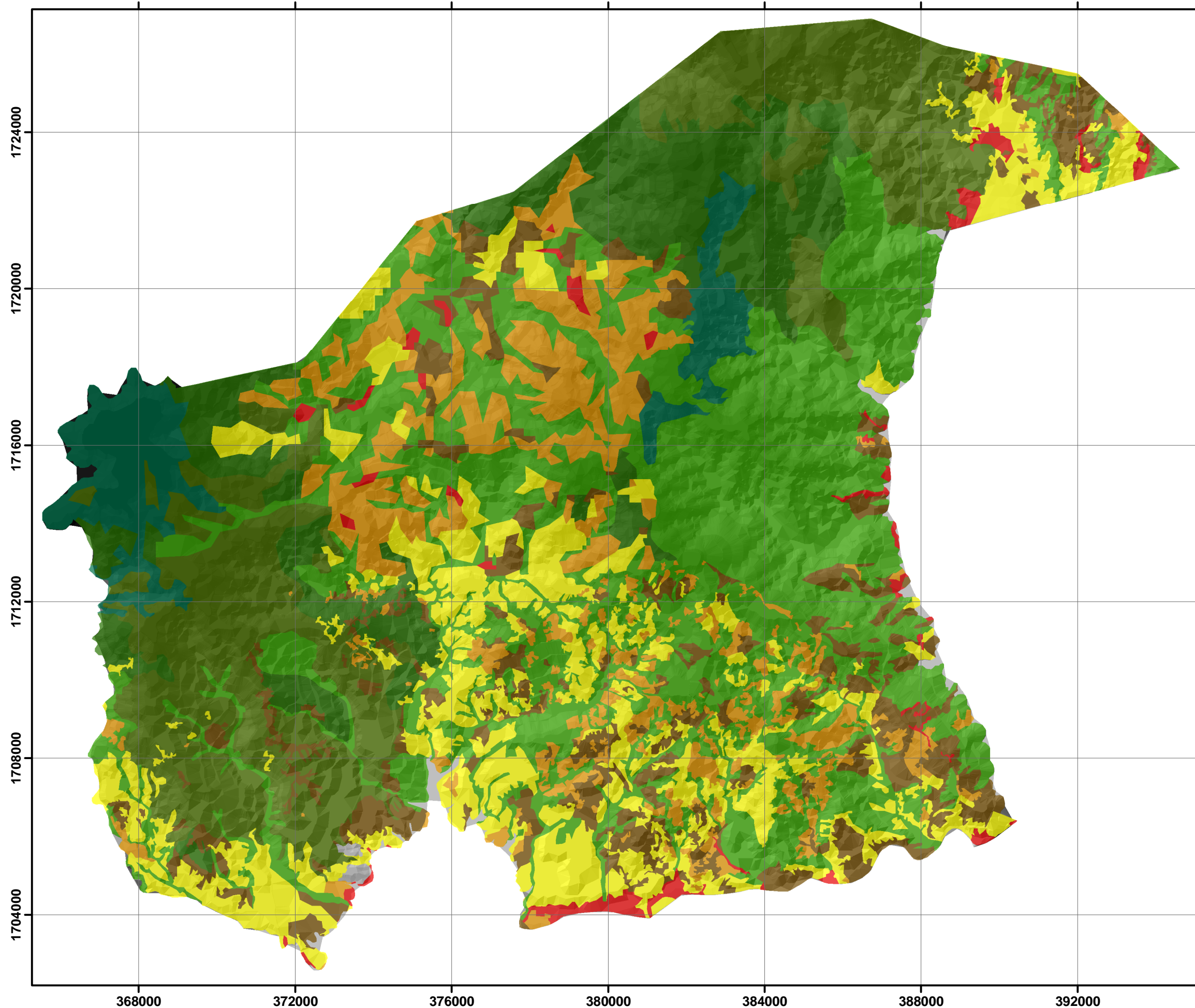
1:100.000

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes
Proyecto Fin de Carrera 2009
Roberto Luis Salomón Moreno

DESCRIPCION CARTOGRAFICA

Proyección: UTM
Datum: WGS 84
Zona: 16 N
Unidades de medida: Metros

Mapa de usos de suelo y vegetación 2009. Zona de Reserva del Merendón



ZONA DE RESERVA DEL
MERENDON,
DEPARTAMENTO DE CORTES,
HONDURAS

Uso de suelo

- Agricultura tradicional
- Asentamientos humanos
- Bosque de coníferas
- Bosque latifoliado
- Bosque mixto
- Bosque nublado
- Matorral
- Pastizales
- Suelos desnudos

1:100.000

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes
Proyecto Fin de Carrera 2009
Roberto Luis Salomón Moreno

DESCRIPCION CARTOGRAFICA
Proyección: UTM
Datum: WGS 84
Zona: 16 N
Unidades de medida: Metros